

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingenierías Físicas y Formales
Escuela Profesional de Ingeniería Mecánica, Mecánica Eléctrica y
Mecatrónica



“DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CALDERA QUE USA COMO COMBUSTIBLE BIOMASA (HUESO DE ACEITUNA, HUESO DE PALTA Y CASCARA DE ALMENDRAS) APLICADO A UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN, PARA EL PUESTO DE SALUD IMATA EN LA REGIÓN ALTOANDINA DE AREQUIPA”

Tesis presentada por el Bachiller

Aguilar Pérez, Angel Mauricio

para optar el Título profesional de:

Ingeniero Mecánico

Asesor:

Ing. Sierra Vásquez, Julio Raúl

Arequipa-Perú

2023

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
INGENIERIA MECANICA, MECANICA-ELECTRICA Y MECATRONICA
TITULACIÓN CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 20 de Diciembre del 2021

Dictamen: 002298-C-EPIMMEM-2021

Visto el borrador del expediente 002298, presentado por:

2011702331 - AGUILAR PEREZ ANGEL MAURICIO

Titulado:

DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE CALDERA QUE USA COMO COMBUSTIBLE BIOMASA (HUESO DE ACEITUNA, HUESO DE PALTA Y CASCARA DE ALMENDRAS) APLICADO A UN SISTEMA DE CALEFACCIÓN, PARA EL PUESTO DE SALUD IMATA EN LA REGIÓN ALTOANDINA DE AREQUIPA

Nuestro dictamen es:

APROBADO

1530 - FERNANDEZ BARRIGA CAMILO GRIMALDO
DICTAMINADOR



1828 - GORDILLO ANDIA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR



3040 - VALDEZ LOAIZA JUAN CARLOS
DICTAMINADOR



DEDICATORIA

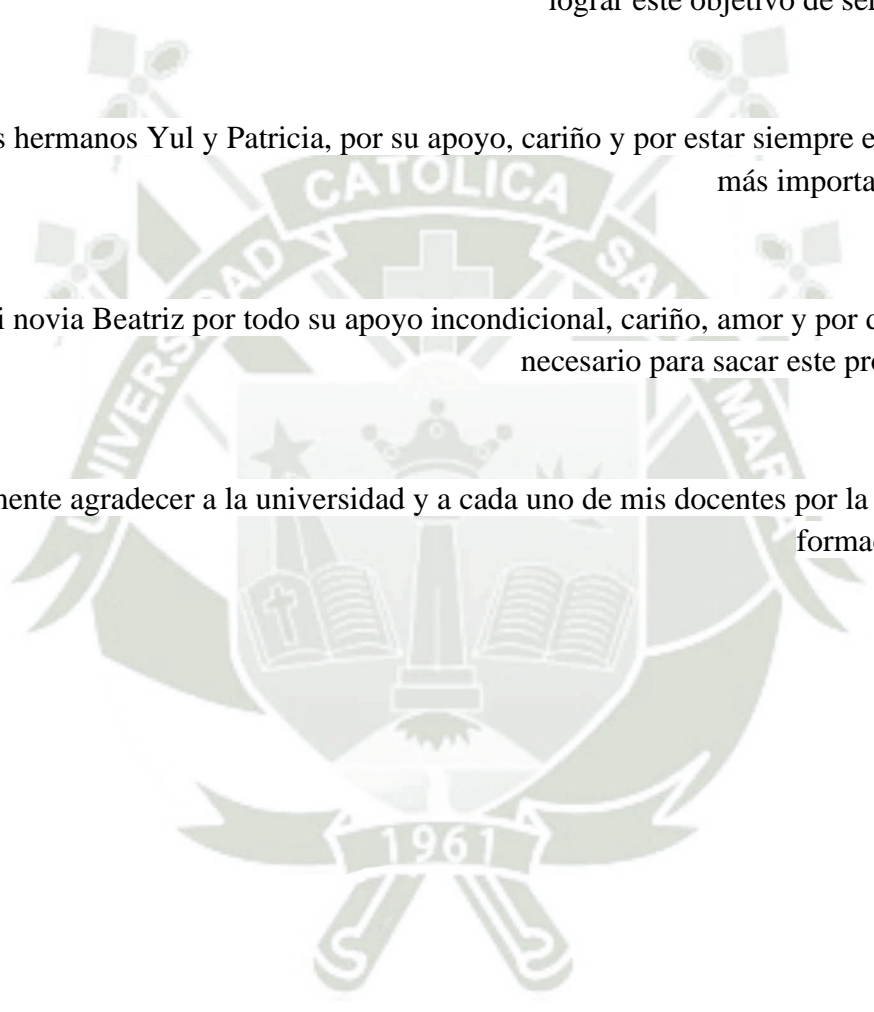
Ante todo, agradezco a Dios, por darme las oportunidades, bendiciones y la sabiduría.

A mis padres Alfredo y María, por el apoyo incondicional y el esfuerzo que hicieron para lograr este objetivo de ser un profesional.

A mis hermanos Yul y Patricia, por su apoyo, cariño y por estar siempre en los momentos más importantes de mi vida.

A mi novia Beatriz por todo su apoyo incondicional, cariño, amor y por darme el empuje necesario para sacar este proyecto adelante.

Finalmente agradecer a la universidad y a cada uno de mis docentes por la dedicación a mi formación académica.



RESUMEN

El presente proyecto de tesis contempla el diseño mecánico de una caldera que usa como combustible biomasa (hueso de aceituna, hueso de palta y cáscara de almendras), esta caldera fue diseñada como medio generador de energía de un sistema de calefacción para la posta de salud de Imata, ubicada en el distrito de San Antonio de Chuca, en la provincia de Caylloma, departamento de Arequipa, Perú.

Los precios de los combustibles fósiles, el gasoil o el gas natural están en constante aumento, el precio de los combustibles de biomasa se mantiene estable, ya sean los pellets, el hueso de aceituna o el hueso de palta.

La caldera diseñada cuenta con una potencia de 80kW, el flujo de agua requerido para la caldera es de 1.5 m³/h, de acuerdo con el diseño, se obtuvo una eficiencia de 95.3%, la caldera diseñada es de tipo acuotubular, cuenta con 14 tubos de 1" de diámetro y un sistema de turbuladores los cuales cumplen la función de mejorar la transferencia de calor.

Se considero el suministro del combustible sólido a la caldera por medio de un tornillo transportador que es alimentado desde un silo de tipo perfil en "L", este silo a su vez se proyectó ser llenado neumáticamente a través un camión cisterna con una manguera de 40 m. de largo.

El presente proyecto de tesis nació como una alternativa económica y ecológica para el sistema de calefacción de la posta de salud de Imata ya que se presupuestó una caldera a gas de la misma potencia con la empresa Aquatermica la cual presupuestó un costo de S/. 23177.50 frente al costo obtenido en este proyecto de S/. 17,000.00.

Palabras clave: Caldera, Biomasa, Turbuladores, Calefacción

ABSTRACT

This thesis project contemplates the mechanical design of a boiler that uses biomass (olive pit, avocado pit, and almond shell) as fuel, this boiler was designed as an energy-generating means of a heating system for the health post de Imata, located in the district of San Antonio de Chuca, in the province of Caylloma, department of Arequipa, Peru.

The prices of fossil fuels, diesel or natural gas are constantly increasing, the price of biomass fuels remains stable, be it pellets, olive stone or avocado stone.

The designed boiler has a power of 80kW, the required water flow for the boiler is 1.5 m³ / h, according to the design, an efficiency of 95.3% was obtained, the designed boiler is of the water-tube type, it has 14 1" diameter tubes and a system of turbulators which serve the purpose of improving heat transfer.

The supply of solid fuel to the boiler was considered by means of a conveyor screw that is fed from a silo of the "L" type profile, this silo in turn was projected to be filled pneumatically through a tank truck with a 40-hose m. long.

This thesis project was born as an economic and ecological alternative for the heating system of the Imata health post, since a gas boiler of the same power was budgeted with the Aquatermica company, which budgeted a cost of S /. 23177.50 compared to the cost obtained in this project of S /. 17,000.00.

Keywords: Boiler, Biomass, Turbulators, Heating

ÍNDICE

DEDICATORIA	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1. GENERALIDADES	2
1.1 ANTECEDENTES	2
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	2
1.2.1 Problema en general:.....	3
1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
1.3.1 Aspecto Tecnológico:	3
1.3.2 Aspecto Social	3
1.3.3 Aspecto Económico	3
1.4 UBICACIÓN	3
1.4.1 Ubicación Geográfica	3
1.4.2 Ubicación y vías de acceso al proyecto	4
1.4.3 Características Geográficas.....	4
1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO	4
1.5.1 Objetivo general.....	4
1.5.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II.....	5
2. MARCO TEORICO.....	5
2.1 INTRODUCCIÓN	5
2.2 Funcionamiento de las calderas	6
2.2.1 Clasificación de las calderas	7
2.3 BIOMASA	11

2.3.1 Usos de la biomasa.....	11
2.3.2 ¿Cómo funciona?	12
2.4 generación de residuos sólidos.....	14
2.4.1 Residuos sólidos orgánicos	15
2.4.2 Hueso de Palta.....	15
2.4.3 Hueso de Aceituna	16
2.4.4 Cáscara de Almendras.....	18
2.5 sistemas de calefacción	19
2.5.1 Radiadores.....	21
2.5.2 Válvulas y dispositivos de seguridad.....	21
2.5.3 Tuberías.....	22
2.5.4 Aislamiento	26
2.5.5 Emisiones	28
2.6 transferencia de calor	29
2.6.1 Transferencia de calor por conducción.....	30
2.6.2 Transferencia de calor por radiación.....	31
2.6.3 Transferencia de calor por convección	31
2.7 diagrama de flujo de un sistema calefactor.....	32
2.8 metodología de diseño	33
2.8.1 Proceso general del diseño.....	33
2.8.1.1 Fases del proceso de diseño	35
2.8.1.2 Las consideraciones básicas de diseño	36
2.8.2 Diseño de componentes mecánicos	37
2.8.3 Normas y códigos utilizados.....	39
2.8.4 Matriz morfológica	40
2.8.5 Lista de exigencias.....	41
2.8.6 Selección de componentes electrónicos.....	42

2.8.7 Selección de componentes eléctricos.....	45
2.8.8 Selección de válvulas y accesorios	46
CAPÍTULO III.....	50
3. MARCO METODOLÓGICO.....	50
3.1 TIPO y diseño de la investigación	50
3.1.1 Tipo de investigación	50
3.1.2 Diseño de la investigación	51
3.2 Hipótesis	52
3.3 variables	52
3.3.1 Variables independientes	53
3.3.2 Variables dependientes	53
3.4 Métodos de investigación	53
3.4.1 Inductivo	53
3.4.2 Analítico.....	53
3.5 técnicas de investigación.....	53
3.5.1 Observación	53
3.5.2 Análisis de documentos	53
3.6 desarrollo de la metodología.....	54
3.6.1 Levantamiento de información	54
3.6.2 Diseño del sistema	54
3.7 análisis estadístico.....	54
3.7.1 Análisis cuantitativo.....	54
3.7.2 Análisis cualitativo.....	54
CAPÍTULO IV.....	55
4. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA	55
4.1 introducción	55
4.2 Cálculo de equipos en instalaciones térmicas.....	55

4.2.1 Cálculos sistema de calefacción en posta de salud de Imata	55
4.2.2 Áreas Para Considerar En El Cálculo De Potencia.....	56
4.2.3 Cálculos previos.....	56
4.2.4 Datos De Conductividad Térmica De La Posta De Salud Imata	59
4.2.5 Consideraciones Finales Para Cálculo De Capacidad De Equipos De Calefacción	68
4.2.6 Resumen Cálculos Para La Carga Térmica Del Sistema De Calefacción	69
CAPÍTULO V.....	72
5. INGENIERÍA DE DETALLE DEL PROYECTO	72
5.1 Cálculo del sistema de generación de vapor	72
5.1.1 Cálculo de diseño de la caldera.....	72
5.1.2 Proceso de Combustión.....	73
5.1.3 Poder calorífico del combustible	73
5.1.4 Relación Aire – Combustible Teórica.....	73
5.1.5 Corrección Del 20% De Exceso De Aire Para La Combustión Que No Es Eficiente Al 100%	73
5.1.6 Flujo Másico De Aire.....	74
5.1.7 Flujo Másico De Los Gases De Combustión.....	74
5.1.8 Volumen En La Cámara De Combustión	74
5.1.9 Potencia Útil En La Cámara De Vapor.....	74
5.1.10 Volumen De La Cámara De Vapor.....	74
5.1.11 Volumen De Agua	75
5.1.12 Volumen De Vapor	75
5.1.13 Flujo Másico De Vapor.....	75
5.2 CÁLCULO DE SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN Y NÚMERO DE TUBOS.....	75
5.2.1 Volumen de gases de combustión.....	75
5.2.2 Temperatura de salida de los gases	75
5.2.3 Incremento de Temperatura media	76

5.2.4 Superficie de calefacción	76
5.2.5 Selección del tubo de agua (Acuotubo)	76
5.2.6 Cantidad necesaria de tubería	77
5.2.7 Elección de diámetro de tubo.....	77
5.2.8 Distancia entre tubos.....	77
5.2.9 Espesor de los acuotubos	78
5.2.10 Espesor de las placas tubulares	78
5.2.11 Espesor de los colectores	79
5.2.12 Volumen de agua	79
5.2.13 Volumen de vapor.....	79
5.2.14 Volumen de vapor.....	79
5.2.15 Potencia del compresor de Aire	80
5.2.16 Rendimiento de la caldera.....	80
5.3 CÁLCULO DE sistema de tratamiento de agua.....	81
5.3.1 Cálculo del sistema de alimentación de agua hacia la caldera.....	81
5.3.2 Cálculo del diseño del sistema del tanque	81
5.3.3 Cálculo del sistema de ablandamiento de agua captada de la línea de alimentación de agua potable	82
5.3.4 Selección y Cálculo de Capacidad del Equipo Ablandador de Agua.	82
5.4 SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR	85
5.4.1 Recomendaciones para selección piernas colectoras en tuberías	85
5.4.2 Selección de piernas colectoras para manifold	86
5.4.3 Selección de piernas colectoras para tuberías principales	86
5.4.4 Selección de piernas colectoras de tuberías ramales.....	87
5.4.5 Selección de trampas servicio de calefacción.....	87
5.4.6 Resumen de selección de Trampas	88
CAPÍTULO VI.....	89

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	89
6.1 Resumen de resultados.....	89
6.2 Análisis	89
CAPÍTULO VII	91
7. COSTOS Y PRESUPUESTOS	91
7.1 ESTRUCTURA DE COSTOS.....	91
7.1.1 Mano de obra	91
7.1.2 Equipo de protección personal (EPP)	93
7.1.3 Equipos y Maquinaria	93
7.1.4 Materiales e Insumos	95
7.1.5 Transporte	96
7.1.6 Servicio generales	96
7.1.7 Gastos administrativos	97
7.2 resumen DE COSTOS	98
7.3 costos adicionales.....	99
CONCLUSIONES	100
RECOMENDACIONES.....	101
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	102
ANEXOS	104
PLANOS.....	127

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Cuadro de producción de residuos sólidos	14
Figura 2.2: Calendario de cosecha de palta	16
Figura 2.3: Superficie cosechada de olivo por departamento	17
Figura 2.4: Ciclo de desarrollo del olivo	18
Figura 2.5: Espesores recomendados para aislamiento, FIBERGLAS	28
Figura 2.6: Producción de energía con biomasa	28
Figura 2.7: Evolución de las emisiones y eficiencias en combustión de biomasa.....	29
Figura 2.8: Diagrama de flujo de un sistema calefactor	32
Figura 2.9: PID Sistema de Calefacción	32
Figura 2.10: Demostración de un sistema calefactor con caldera.....	32
Figura 2.12: Sonda lambda – Sensor de oxígeno.....	42
Figura 2.13: Termostato de seguridad	42
Figura 2.14: Sonda térmica	43
Figura 2.15: Control Touch-Tronic.....	43
Figura 2.16: Detalles del Sistema de control Touch-Tronic	44
Figura 2.17: Sonda de humos.....	44
Figura 2.18: Sonda externa de caldera	45
Figura 2.19: Resistencia cerámica	46
Figura 2.20: Motorreductor para tornillo sinfín.....	46
Figura 2.21: Válvula antirretorno de llama.....	47
Figura 2.22: Detalles técnicos de válvula antirretorno de llama.....	47
Figura 2.23: Bomba de 1 HP.....	48
Figura 2.24: Bomba mezcladora, de recirculación.	48
Figura 2.25: Depósito de inercia.....	49
Figura 4.1: Mapa zonas de friaje en Perú	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz morfológica	40
Tabla 2.2 Lista de exigencias	41
Tabla 3.1 Variables	52
Tabla 4.1 Datos para cálculo de sistema de calefacción	55
Tabla 4.2 Áreas para considerar en el cálculo de potencia	56
Tabla 4.3 Valores de orientación al sol (A)	57
Tabla 4.4 Valores de aislamiento (B)	57
Tabla 4.5 Valores climatológicos (C)	57
Tabla 4.6 Coeficientes por características del área	58
Tabla 4.7 Características térmicas de las paredes	59
Tabla 4.8 Características térmicas del piso	62
Tabla 4.9 Resistencia térmica del piso	63
Tabla 4.10 Capacidad de calefacción del equipo	68
Tabla 4.11 Modo del servicio de calefacción	69
Tabla 4.12 Cálculo del suplemento S1	69
Tabla 4.13 Cálculo del suplemento S2	69
Tabla 4.14 Cálculo del suplemento R	70
Tabla 4.15 Cálculo del suplemento H	70
Tabla 4.16 Resumen de cálculo de potencia por ambiente	71
Tabla 4.17 Resumen de cálculo de potencia media total	71
Tabla 5.1 Datos para cálculo del diseño de la caldera.	72
Tabla 5.2 Cálculos para balance de combustible	73
Tabla 5.3 Selección del tubo de agua (Acuotubo)	76
Tabla 5.4 Datos para los cálculos para el Espesor de los acuotubos	78
Tabla 5.5 Cálculos para el Espesor de las placas tubulares	78
Tabla 5.6 Datos para cálculos para el Espesor de los colectores	79

Tabla 5.7 Datos para cálculo para el Volumen de agua.....	79
Tabla 5.8 Resumen de Selección de Trampas	88
Tabla 6.1 Tabla resumen de resultados cálculos de caldera	89
Tabla 7.1 Costos de movilización, aclimatación y desmovilización	91
Tabla 7.2 Costos de inducción y cursos de trabajos de alto riesgo.....	91
Tabla 7.3 Costos de exámenes médicos.....	91
Tabla 7.4 Costos de trabajos previos	92
Tabla 7.5 Costos de trabajos de parada.....	92
Tabla 7.6 Costos de trabajos de post parada.....	92
Tabla 7.7 Costos de equipos de protección personal (EPP).....	93
Tabla 7.8 Costos de maquinaria y equipos para el servicio.....	93
Tabla 7.9 Costos de herramientas para el servicio.....	94
Tabla 7.10 Costos de materiales e insumos para el servicio.....	95
Tabla 7.11 Costos de transporte para el servicio	96
Tabla 7.12 Costos de alimentación para el servicio.....	96
Tabla 7.13 Costos de hospedaje para el servicio	97
Tabla 7.14 Costos de gastos administrativos para el servicio.....	97
Tabla 7.15 Resumen de costos por el servicio.....	98
Tabla 7.16 Resumen de Costos Adicionales.....	99

INTRODUCCIÓN

Las calderas son máquinas, que por medio de un proceso de combustión y transferencia de calor genera vapor de agua.

El vapor de agua es generado por medio de una transferencia de calor a una presión continua, donde el agua en estado líquido logra su cambio de fase a vapor saturado.

Según el diseño de la caldera, se utilizan diferentes tipos de combustibles como son el carbón, la leña, el petróleo, el gas licuado de petróleo, otros.

En la presente investigación se plantea diseñar un prototipo de caldera de biomasa, que nos permite utilizar residuos orgánicos sólidos como los huesos de aceituna, palta y cascara de almendras provenientes de las diferentes agroindustrias. Dichos residuos orgánicos concentran un mayor poder calorífico y menor cantidad de emisiones tóxicas además de producir una menor cantidad de cenizas siendo una alternativa amigable con el medio ambiente.

Este proyecto también tiene un enfoque social, ya que se plantea aplicar a un puesto de salud ubicado en Imata, que es una región altoandina con población en estado de vulnerabilidad, donde en tiempos de friaje llegan a los -15.8°C y muchas familias son afectadas con infecciones respiratorias agudas.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

Los antecedentes investigados son fuentes fiables, cuya información resultó provechosa en el planteamiento y diseño de un prototipo de caldera que usa como combustible biomasa, aplicado a un sistema de calefacción para el puesto de salud de Imata. Cuya información resultó fundamental y de mucha ayuda en el soporte de la tesis y la obtención del prototipo.

- Evaluación energética de módulos habitables y diseñados bioclimáticamente para condiciones extremas de bajas temperaturas y alta radiación solar usando una plataforma experimental.

Fuente: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA (2018)

- Calor limpio contra heladas: estufas domésticas a base de pellets de residuos forestales para casas, hospitales, escuelas y centros de reuniones. BIOPOWER CAPITAL S.A.C -2018
- Implementación de un sistema de producción de biogás para la validación del potencial energético de la biomasa en aplicaciones domésticas en zonas rurales de la región Piura a partir del tratamiento de sus residuos orgánicos. UNIVERSIDAD DE PIURA. -2016
- Numerical study of a domestic pellet-fired boiler. INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO DE LISBOA. -2016
- Diseño y construcción de un prototipo de caldera que usa como combustible cáscara de *Jatropha curca*. UNIVERSIDAD EAFIT MEDELLÍN, ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN, FINANZAS E INSTITUTO TECNOLÓGICO. -2010

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En San Antonio de Chuca, que tiene como capital a Imata, residen 1 mil 180, habitantes, que están altamente expuestos a las heladas, la mayoría de estos pobladores, son personas vulnerables, de bajos recursos socioeconómicos que año a año enfrentan esta problemática de friaje, este fenómeno atmosférico ocasiona daños materiales, perjudica

la economía de muchas familias además que estas personas recurren a métodos para generar calor que resultan dañinos para su salud y para el medio ambiente debido a que emiten mucho dióxido de carbono.

1.2.1 Problema en general:

¿Qué otra alternativa hay para generar la potencia necesaria para el sistema de calefacción de la posta de salud de Imata y poder reducir los costos?

1.3 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

El planteamiento de un prototipo de caldera para generar calor con biomasa es un modelo de calefacción innovador en Arequipa, ya que estaríamos proporcionando una solución ante el friaje en las zonas altoandinas, presentado un nuevo sistema de generación de calor con energía limpia en el puesto de salud de Imata.

1.3.1 Aspecto Tecnológico:

Esta propuesta cuenta con una tecnología amigable con el medio ambiente para combatir el friaje en el puesto de salud de Imata.

1.3.2 Aspecto Social

Para ayudar a la población vulnerable que vive en medio de las zonas altoandinas, sobrellevando el descenso de la temperatura.

Incentivamos la utilización de energía limpia, amigable con el medio ambiente, aprovechando algunos desechos orgánicos como son, los huesos de aceituna, huesos de palta y la cascara de almendra, promoviendo así el correcto manejo de residuos orgánicos.

1.3.3 Aspecto Económico

Con este proyecto trataremos de obtener un sistema generador de calor rentable y alimentado por residuos orgánicos sólidos producidos en la región beneficiando de esta manera a un sector poblacional.

1.4 UBICACIÓN

1.4.1 Ubicación Geográfica

En el presente proyecto, se pretende diseñar una caldera de biomasa para la posta de salud de Imata, la cual está ubicada en el distrito de San Antonio De Chuca de la

provincia de Caylloma perteneciente a la sierra del Perú y con una altitud de 4780 m.s.n.m.

- Coordenadas geográficas de Imata, Perú, en grados decimales:
Longitud: -71.0912400
Latitud: -15.8385900
- Coordenadas geográficas de Imata, Perú, en grados y minutos decimales:
Longitud: 071°5'28.46"
Latitud: S15°50'18.92"

1.4.2 Ubicación y vías de acceso al proyecto

El presente proyecto de tesis estará ubicado en la localidad de Imata, cuyo único acceso es la carretera que cruza el pueblo la cual forma parte de la vía Arequipa – Juliaca, Puno, Cusco.

1.4.3 Características Geográficas

La localidad de Imata presenta una geografía extrema, comenzando por las heladas que azotan la localidad prácticamente todo el año, geográficamente, el pueblo de Imata es una llanura que presenta como principal exponente de su flora, el Ichu y de su fauna a los camélidos sudamericanos.

1.5 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1 Objetivo general

Diseñar un prototipo de caldera que utiliza como combustible residuos orgánicos producidos en la región Arequipa (hueso de aceituna, hueso de palta y cáscara de almendras) aplicado a un sistema de calefacción para la posta médica de Imata y con un costo económicamente menor que el ofrecido por el mercado actual de calderas.

1.5.2 Objetivos específicos

- Realizar los cálculos previos de calor específico y poder calórico de los diferentes tipos de residuos orgánicos que se utilizarán como materia prima (Hueso de aceituna, Hueso de palta y Cáscara de almendra) e identificar el más eficiente.
- Seleccionar componentes y accesorios para el sistema de calefacción.
- Hacer el presupuesto por fabricación e instalación del presente diseño de caldera y lograr un costo menor que el que se mantiene en el mercado por los mismos equipos.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 INTRODUCCIÓN

La caldera es una máquina la cual consiste en un recipiente metálico cerrado que está diseñado para generar vapor, el vapor que estas máquinas genera es gracias a una transferencia de calor que ocurre entre un combustible y el agua que está al interior de la caldera a una presión constante para producir energía térmica.

Para poder entender los fundamentos de las calderas y el uso del vapor como medio para generar energía, primero se debe dar un repaso del uso del vapor en la historia.

Uso del vapor como medio generador de energía a través de la historia.

Arquímedes de Siracusa fue el primero en dar uso al vapor como medio de transmisión de energía a través de su cañón de vapor, el llamado Architrónito, el cual era usado para la defensa de Siracusa ante el constante ataque de los romanos. (287-212 A.C.)

Herón de Alejandría en cambio, desarrolló la primera máquina de vapor rotativa, la cual fue llamada Aelópilo, junto con otros artificios que Herón invento, el Aelópilo fue inventado para apantallar a los fieles que recurrían a los templos asombrados por la magia de sus artefactos, Herón además desarrolló algunos mecanismos que abrían las puertas del templo de Isis usando la fuerza del vapor. (Siglo I)

Pasaron muchos años hasta que Leonardo Da Vinci continuó los trabajos de la energía generada con vapor luego de conocer los escritos que Arquímedes y Herón hicieron en el pasado. (1452-1529)

Los inventores italianos Vannocio Biringuccio y Giovanni Battista Della Porta al igual que Da Vinci continuaron el desarrollo de los mecanismos que generaban vapor para producir energía. (1480-1615)

Luego llegaría el francés Salomón de Caus que no le vio mejor uso a la energía generada con vapor que el de impulsar los chorros de agua por medio de la presión del vapor para las estatuillas de las fuentes las cuales danzaban. (1576-1626)

La primera máquina de vapor atmosférica fue diseñada por Thomas Newcomen, su conocida máquina de fuego y aire consistía en un motor primario que utilizaba el poder de la nada. (1663-1729)

Finalmente, el escocés James Watt es el que hizo la mayoría de las mejoras para la máquina de Newcomen, multiplicando su rendimiento por tres. (1736-1829)

El invento de James Watt revolucionó la forma de calentar edificios y, hoy en día, aún se conservan algunas calderas de vapor en ciudades como Nueva York.

En esos tiempos el combustible más común usado para las calderas era el carbón, hoy en día se utilizan diversos tipos de combustible desde Diésel, Gas hasta Biomasa.

2.2 FUNCIONAMIENTO DE LAS CALDERAS

Básicamente las calderas funcionan principalmente con una cámara de combustión y también un intercambiador de calor, en la cámara de combustión es donde gracias al aire comburente se produce una combustión y en el intercambiador de calor se logra un intercambio de calor gracias al líquido caloportador que también se encarga de transportar el calor hacia los lugares de consumo. El proceso de calentamiento de líquido que transporta el calor dentro de las calderas puede ser de 3 formas conocidas:

- La conducción: La conducción es una forma de transferencia de calor que ocurre por el contacto directo entre las llamas del fuego y la carcasa de las calderas que contienen el líquido que transporta el calor.
- La radiación: La radiación es otra forma de transferencia de calor que ocurre sin tener un contacto directo con las llamas.
- La convección: La convección es una forma de transferencia de calor que ocurre gracias a los gases calientes que son producidos en el proceso de combustión, no se tiene un contacto directo con las llamas, pero si hay un cuerpo de por medio que genera la transferencia de calor.

Hoy en día se utilizan calderas en un sinnúmero de aplicaciones, se utiliza tanto en casas como en plantas industriales, dependiendo del fin de la caldera será la forma y el tamaño de diseño además de todos los elementos necesarios para el sistema de calefacción.

2.2.1 Clasificación de las calderas

Existen varias categorías para diferenciar los tipos de caldera, uno de ellos es por la forma de la concepción de la caldera en cuanto a la entrada de aire necesario para la combustión y salida de gases al exterior:

TIPOS DE CALDERA SEGÚN LA ENTRADA DE AIRE

Calderas Atmosféricas:

Las calderas atmosféricas son aquellas que toman el aire de la habitación, son las de funcionamiento más simple, su instalación está prohibida en baños y en dormitorios.

Calderas Estancas:

Las calderas estancas son aquellas que presentan un tubo concéntrico el cual hace las veces de admisión de aire y escape de gases producidos, en este caso la caldera es más segura y se puede instalar en baños y en dormitorios.

Calderas Simples

Las calderas simples alimentan únicamente un circuito calefactor, aunque en la práctica, también se pueden instalar depósitos de acumulación para así conseguir agua caliente sanitaria.

Calderas Mixtas

Las calderas mixtas son aquellas que están diseñadas tanto para alimentar un circuito calefactor, así como para alimentar un circuito de agua caliente sanitaria.

Calderas con Micro acumulación

Las calderas con micro acumulación son un tipo de calderas que cuentan con un pequeño depósito de agua de unos pocos litros de capacidad que ayuda a mantener siempre el agua caliente ya que luego de unos pocos segundos de calentamiento, el agua debería de salir fría, pero gracias a que al pasar por el depósito de agua se mezcla con el agua así existente.

Calderas con Acumulación

Las calderas con acumulación son aquellas a las que se les acopló un depósito que acumula agua, de unos 40 a unos 60 litros, esto hace que el agua siempre esté caliente.

Cuando uno abre la llave del agua, el agua que sale, viene directamente del acumulador, entonces siempre sale caliente y con un caudal considerable.

Estas calderas son perfectas para viviendas que tienen más de un baño y que necesitan un caudal considerable.

Calderas con Baja Emisión de Nox

En estas calderas se prioriza la baja emisión de NOx en la etapa de la combustión, y lo hacen gracias a que algunas de estas calderas refrigeran el quemador para poder bajar su temperatura en la etapa de la combustión.

Esto se logra cuando se hace circular agua hacia el quemador, gracias a este nuevo método de enfriamiento del quemador, se logrará disminuir las emisiones de NOx.

Calderas de condensación

Las calderas de condensación son aquellas que recobran el calor de condensación que producen los gases durante la combustión.

Los gases que son producidos en la etapa de la combustión poseen un porcentaje considerable de vapor de agua, cuando el vapor de agua se condensa entrega calor y este es usado por la caldera.

Las calderas de condensación requieren de un tubo de desagüe el cual recolecta el agua que se condensa.

A su vez, las calderas de condensación logran mermar la producción de NOx en el proceso de combustión, con esto, ayudan con el problema de la contaminación ambiental del aire y de la atmósfera.

TIPOS DE CALDERAS SEGÚN SU FUENTE DE ENERGÍA

La fuente de energía que la caldera utilice influye considerablemente en su operación.

Calderas de gas

Las calderas de gas son aquellas que utilizan como combustible gas natural, propano y además también suelen utilizar butano. Este es el tipo de caldera más usado ya que tiene una buena eficiencia. Si la instalación se hiciera dentro de un hogar, es necesario disponer de un suministro orientado de gas.

Calderas de leña

Las calderas de leña son aquellas que también entran en la definición de calderas de biomasa, pero en realidad en estas calderas sólo utilizamos leña directamente. Poseen una potencia mayor que las calderas de pellets y son excelentes para viviendas que están fuera de las ciudades.

Calderas eléctricas

Las calderas eléctricas son aquellas que no utilizan los tipos de combustibles convencionales o fósiles para generar calor, sino que lo hacen a través de unas resistencias eléctricas que calientan el agua.

En realidad, en este aspecto, la mejor manera de tener calefacción utilizando energía eléctrica, es con la aerotermia, ya que su eficiencia se sitúa mayor al 250%.

Calderas de gasoil

Las calderas de gasoil son aquellas que cuentan con un depósito el cual contiene el gasoil, son comunes en hogares unifamiliares, estas calderas se utilizan cuando no se cuenta con una llegada de gas orientado.

En la actualidad ya existe una mejor alternativa, la caldera de pellets, cuya eficiencia es similar pero su combustible es menos costoso y es una energía más limpia.

Calderas de pellets

Las calderas de pellets son aquellas que emplean biomasa en forma de pellets como combustible, recién hasta hace unos años estas calderas comenzaron a ser normalizadas.

Estas calderas de pellets no deben confundirse con las estufas de pellets, ya que estas calderas están aptas para generar la suficiente agua caliente para todo un circuito de calefacción y a su vez poder suministrar agua caliente sanitaria.

Calderas de biomasa

Finalmente, las calderas de biomasa con aquellas que emplean combustibles naturales como fuente generadora de energía, estos pueden ser los pellets de madera, hueso de aceituna, huesos de palta, cáscaras de almendras, cáscaras de otros frutos secos o residuos forestales para generar la energía térmica requerida por un sistema de calefacción a través de radiadores, aire o suelo radiantes.

Además, son capaces de generar agua caliente sanitaria para un hogar o para todo un edificio y es por estas razones que son las calderas más ecológicas que existen en el mercado.

Estas calderas fueron diseñadas para utilizar un tipo de combustible con ciertas especificaciones:

Las calderas que producen pequeña potencia son aquellas que aceptan un combustible estandarizado según norma que usualmente es el pellet.

Las calderas que producen gran potencia de igual manera están adaptadas de acuerdo con el tipo de combustible que se utilizara y sus especificaciones.

Es así como de acuerdo con el tipo de biomasa que se utilice se emplea un determinado tipo de caldera.

Hoy en día, pueden encontrarse diversos tipos de combustibles de biomasa sólidos, Se tiene por ejemplo los pellets, las briquetas, los polvos de determinados residuos vegetales o los granulados.

En el caso de los pellets son comprimidos de biomasa con forma cilíndrica de pequeño tamaño, sus dimensiones son de 5 a 6 mm de diámetro y 2 a 3 cm de longitud.

Los pellets están hechos de residuos forestales, residuos de podas o serrines, el hecho de que sean comprimidos, es una ventaja a comparación de otros combustibles de tamaño mayor. Gracias a su tamaño, la forma de alimentación que tienen las calderas de biomasa puede ser automatizada ya que estos combustibles pueden ser almacenados en un silo.

Las briquetas son comprimidos de biomasa con forma cilíndrica, sus dimensiones son de 20 a 50 cm de longitud y 10 a 15 cm de diámetro, su composición es parecida a la

de los pellets. Su forma comprimida ayuda en su almacenamiento, su limpieza y además de facilitar su transporte a diferencia de la leña, se usan de manera parecida a la leña tradicional así que se puede utilizar tanto en calderas como en estufas o chimeneas.

Además de las formas de biomasa comprimida antes mencionada, existen otros tipos de biomasa sólida que ya viene comprimida por naturaleza, estas son el hueso de aceituna, el hueso de palta, la cascara de almendra, el orujo de uva seco y la cáscara de nuez entre otros frutos secos. Pero cada uno de estos tipos de biomasa comprimida tienen diferentes propiedades y especificaciones al momento de acondicionarlo al quemador de determinado tipo de caldera.

2.3 BIOMASA

Si hablamos de biomasa, esta ha sido el origen energético más importante en la historia de la humanidad, luego con la llegada de la revolución industrial, dejó de usarse y dio paso al uso de los combustibles fósiles, en síntesis, biomasa es toda materia orgánica que puede ser utilizada y transformada en energía, la biomasa puede ser de fuente vegetal o animal y además puede ser originada de forma natural o de alguna transformación artificial que se produce en las plantas de biomasa. La biomasa se vuelve energía luego de sufrir diferentes procesos químicos.

Finalmente, la energía que es obtenida de la biomasa viene del sol, ya que los vegetales y también los animales absorben la energía del sol y esta es almacenada.

2.3.1 Usos de la biomasa

En nuestro caso, la biomasa nos servirá como fuente combustible para crear energía, ya que al combustionar genera energía térmica, existen diferentes formas para transformar la biomasa en energía aprovechable, pero son dos las más utilizadas en la actualidad.

SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE LA BIOMASA

Con la amplia variedad que existe de biomasa, se puede adaptar diferentes tecnologías y así obtener energía que se podrá usar de distintas formas.

Producción de energía térmica.

Estos sistemas están adaptados para una combustión directa. Sirven para generar calor cuya finalidad sería secar productos agrícolas o cocinar alimentos, además se puede aprovechar la energía generada para producir vapor que sería utilizado en la industria o incluso para poder producir electricidad, la desventaja de estos tipos de sistemas son las emisiones que son contaminantes para el medio ambiente, el aire y la atmósfera.

Producción de biogás

Este sistema se enfoca en producir combustible, mayormente metano, el cual tiene mucha utilidad en aplicaciones térmicas y a su vez puede ser usado en el grupo ganadero o el grupo agrícola haciendo las veces de suministro de calor y energía eléctrica.

Producción de biocombustibles

En definitiva, los biocombustibles son una opción ante los combustibles fósiles usualmente usado en el transporte y su desarrollo varía de acuerdo con el país, pero en síntesis existen dos tipos:

- Bioetanol: Es el sustituto ideal de la gasolina, en la actualidad el etanol es adquirido de cultivos como la remolacha, el cereal y el maíz.
- Biodiesel: Con los combustibles de biodiesel se busca remplazar el gasoil, y se espera que en un futuro cercano sea utilizado directamente en la generación de energía.

Producción de energía eléctrica

En este caso, la energía eléctrica puede ser generada por medio de la gasificación o por medio de la combustión y se puede conseguir potencias de incluso 50 MW.

2.3.2 ¿Cómo funciona?

En la actualidad, se hallan diferentes formas de aprovechamiento de la energía que puede producir la biomasa, los principales son:

MÉTODOS TERMOQUÍMICOS

El método térmico es el procedimiento de usar el calor para poder transformar la biomasa en energía.

Algunos materiales son más efectivos a la hora de usar este procedimiento, por ejemplo, lo que tienen una humedad menor tales como la paja, la madera o las cascavas de frutos secos, estos materiales se utilizarán para:

- **Combustión:** Cuando la biomasa es quemada con una gran cantidad de aire, unos 20% a 40% por arriba del teórico y a una temperatura de entre 600°C y 1300°C se dice que hay una combustión. La combustión es la forma esencial de recobrar la energía que tiene la biomasa, luego de quemar la biomasa, salen gases a altas temperaturas que son utilizados para calentar en el hogar o en la industria, de la misma manera se puede generar energía eléctrica.
- **Pirólisis:** Es el proceso por el cual la biomasa llega a descomponerse después de llegar a una temperatura de por lo menos 500°C sin la necesidad de usar oxígeno en el proceso. Gracias a este proceso se obtienen gases como óxidos de carbono, hidrocarburos, líquido hidrocarbonatos y residuos sólidos carbonosos. Este es el proceso que se utiliza desde la antigüedad para producir carbón vegetal.
- **Gasificación:** El proceso de gasificación se da cuando durante la combustión se generan diferentes elementos químicos como son: Hidrógeno, Metano, Monóxido de carbono y Dióxido de carbono, cada elemento es generado en determinada proporción. La gasificación ocurre a una temperatura de unos 700 a unos 1500°C, la concentración del oxígeno puede estar de 10% a 50%, esto de acuerdo con la cantidad usada de oxígeno, creando así dos métodos de gasificación con resultados similares, uno de ellos es el gasógeno, también llamado “gas pobre”, y el otro es el gas de síntesis. El gas de síntesis puede ser convertido a combustibles líquidos como lo son las gasolinas o incluso el metanol.
- **Co-combustión:** Es un método en el cual la biomasa es usada solo como combustible de apoyo a la par que ocurre un proceso de combustión con carbón y esto es utilizado en las calderas para poder aminorar el uso del combustible, en este caso el carbón y así también poder restringir la cantidad de emisiones producidas.

MÉTODOS BIOQUÍMICOS

Estos métodos se dan gracias a los diferentes tipos de microorganismos que se encargan de degradar moléculas.

Este proceso se podría usar cuando la biomasa utilizada tiene una gran cantidad de humedad en su interior.

Los métodos más comunes son:

- Fermentación alcohólica: La fermentación alcohólica es un método en el cual los hidratos de carbono son fermentados, estos hidratos se encuentran en su mayoría en las plantas y gracias a este proceso se obtiene un tipo de alcohol, el etanol, este producto es de mucha utilidad en la industria.
- Fermentación metánica: La fermentación metánica es un método por el cual los microorganismos realizan una digestión de la biomasa del tipo anaeróbica, es decir, sin oxígeno, es este proceso, la materia orgánica es descompuesta, es decir, fermentada hasta el punto de generar el biogás.

2.4 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Hoy en día, el manejo de residuos sólidos es un tema de preocupación ambiental ya que actualmente se produce una gran generación de residuos sólidos por persona tanto en casa, como en empresas, plantas industriales, unidades mineras y hospitales, algunos tipos de residuos deben ser segregados de manera especial por ser corrosivos, reactivos, inflamables, con tendencia explosiva o tóxica, pero existen métodos adecuados para el tratamiento de residuos sólidos, actualmente se requieren permisos especiales y personal capacitado para el tratamiento de dichos residuos.

**CUADRO DE PRODUCCION DE RESIDUOS SÓLIDOS
AREQUIPA - CIUDAD**

Distrito	Población	Producción Per capita Kg./Hab./día	Generación estimada de Residuos Sólidos (t/d)
Cercado Arequipa	57212	1,12	63,80
Cerro Colorado	121427	0,77	93,80
Cayma	84818	0,68	57,70
Yanahuara	20665	0,80	16,50
Alto Selva Alegre	78261	0,89	69,80
Miraflores	52325	0,89	46,74
Mariano Melgar	54672	0,70	38,30
Paucarpata	130013	0,59	76,20
Characato	5851	0,22	1,30
Sabandía	3927	0,59	2,30
J. L. B. y Rivero	77583	1,16	90,00
Socabaya	69612	0,50	34,60
Jacobo Hunter	47969	0,65	31,20
Tiabaya	15409	0,43	6,60
Sachaca	22035	0,69	15,10
Uchumayo	11044	0,69	7,60
Yura	19434	0,56	10,90
TOTAL	872257	0,76	662,44

Figura 2.1: Cuadro de producción de residuos sólidos

Fuente: Figura recuperada el (5 de julio del 2020) de <https://www.minagri.gob.pe/>

2.4.1 Residuos sólidos orgánicos

Para Jaramillo & Zapata (2008) los residuos orgánicos son todo aquello que provienen de restos de productos de origen orgánico, estos productos se descomponen de manera natural. Se pueden desintegrar rápidamente, llegando a transformarse en otra materia orgánica. Como Ejemplo tenemos: los sobrantes de comida, carne, etcétera, o también productos que tienen una degradación más lenta, por ejemplo, el papel, cartón siendo exceptuado el plástico, porque su estructura molecular es más complicada.

Mantra (2014) refiere que los residuos que tienen una descomposición natural pueden poder degradarse rápidamente, llegando a transformarse en otro tipo de materia orgánica.

2.4.2 Hueso de Palta

Hoy en día, la producción de palta se encuentra en gran crecimiento en el país y esto se debe a que hay una fuerte demanda por parte del mercado mundial.

Se sabe que el hueso de palta tiene un PCI 16.3 MJ/kg y muchas veces no es aprovechado.

El cultivo de la palta esta en constante crecimiento, muchos estudios han evidenciado que la palta tiene muchas propiedades nutritivas ya que tiene una gran concentración de aceites insaturados y proteínas, además no evidencia presencia de colesterol, además es fácil de prepararlo para su consumo final, no necesita cocinarse, así que todas sus propiedades permanecen intactas en el momento de su consumo.

Dicho estudio contiene el análisis de la producción y además el comercio de dicho producto a nivel nacional y también a nivel mundial.

Arequipa actualmente produce 22 toneladas de palta por hectárea en todo un año.

(Actualizado el 25/04/2019 – Diario Correo)

Calendario de cosechas

En la siguiente figura se podrá encontrar el calendario de cosechas nacional y además se identifica las regiones que producen principalmente este alimento. En el Perú se observa muchos climas diferentes y eso hace que se obtenga diferentes variedades de producción, la palta es producida entre finales de abril y principios de Octubre.

Regiones	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Nacional	7%	8%	11%	11%	12%	13%	9%	8%	6%	6%	6%	5%
Lima	3%	5%	8%	9%	10%	14%	16%	15%	10%	6%	3%	1%
La Libertad	4%	5%	14%	11%	11%	17%	9%	8%	7%	5%	5%	5%
Junin	13%	11%	12%	11%	9%	8%	3%	2%	3%	9%	11%	10%
Ica				9%	32%	28%	19%	12%	1%			
Ancash	9%	10%	10%	12%	10%	10%	8%	7%	6%	5%	6%	8%
Cuzco	14%	11%	12%	9%	9%	9%	6%	3%	1%	4%	9%	13%
Cajamarca	7%	10%	12%	11%	9%	10%	8%	7%	8%	7%	7%	4%
Arequipa	4.1%	4.6%	13.0%	17.1%	23.6%	22.7%	8.6%	3.5%	1.2%	0.4%	0.7%	0.4%
Ayacucho	3%	11%	14%	16%	17%	14%	9%	5%	3%	3%	3%	3%
Moquegua	7%	13%	19%	20%	13%	10%	6%	4%	3%	1%	2%	4%

Fuente: Direcciones Regionales de Agricultura - DIAs

Elaboración: Ministerio de Agricultura - DGIA

Figura 2.2: Calendario de cosecha de palta

Fuente: Figura recuperada el (1 de julio del 2020) de <https://www.saludarequipa.gob.pe/>

2.4.3 Hueso de Aceituna

El hueso de aceituna puede ser obtenido de las aceitunas, las cuales son frutos del árbol de olivo, son cultivadas en muchos lugares del mundo y eso incluye al Perú, donde hay mayor producción son en el departamento de Tacna y también en el departamento de Arequipa.

Se sabe que el hueso de aceituna tiene un PCI 16.1 MJ/kg, pero no es aprovechado de una manera adecuada como pretende aprovecharse en el presente proyecto.

Especificaciones técnicas:

Nombre Común: Olivo (Aceituna)

Nombre Científico: *Olea europaea* L.

Familia: Oleaceae.

Origen: Mediterráneo (Costas de Siria, Líbano e Israel).

Regiones Naturales: Costa o Chala (entre nivel a 200 msnm) Departamentos: Tacna, Arequipa, Ica & otros

Variedades: Sevillana, Ascolana y Liguria

Periodo Vegetativo: Arbusto perenne, empieza producir: 3-4 años.

En Perú las cosechas para el año 2019 indicaron unas 21000 ha. cosechadas. En Tacna es donde se registró la mayor cosecha con unas 15000 ha. cosechadas y a esto le sigue el departamento de Arequipa con una producción de 4000 ha, también tiene importante participación el departamento de Ica con 1500 ha. Cosechadas, estas 3 regiones cubren un porcentaje del 98% de la cosecha a nivel nacional.

Los 3 departamentos con mayor producción son Lima, Tacna e Ica con 8000 kg/ha, 4500 kg/ha y 4500 kg/ha respectivamente.

En Perú se registra una producción nacional de 80500 toneladas y Tacna se perfila como el departamento con mayor producción con 70000 toneladas producidas.

También se menciona la producción de la región Arequipa con 1000 kg/ha, aunque se encuentra debajo del promedio a nivel Perú cuenta con una producción importante.

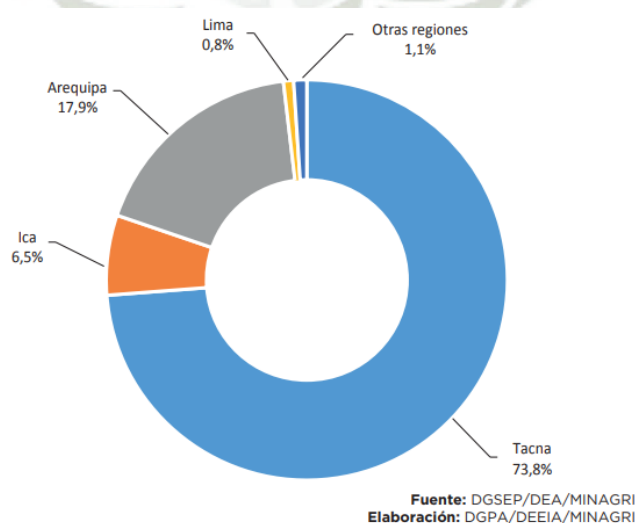


Figura 2.3: Superficie cosechada de olivo por departamento

Fuente: Figura recuperada el (11 de julio del 2020) de <https://www.minagri.gob.pe/>

Meses		Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	
Estados Fenológicos	Ciclo Vegetativo	Crecimiento vegetativo					Crecimiento vegetativo						
	Ciclo Reproductivo	Crecimiento de las yemas		Crecimiento de los órganos reproductivos			Reposo - Poda		Formación de yemas foliares				
		Llenado de mazorcas(4)	Maduración de frutos		Cosecha comercial			Inducción (1 y 2)		Racimos e Hinchazon del botón Floral (2)y Floración(3)			Fructificación(4)
Parte aérea		Inducción Floral (1)	Diferenciación Floral (2)	Aparición de Racimos Florales (3)	Hinchazon del Botón Floral (4)	Floración (5)		Fructificación (6)		Maduración (7)			
Parte radicular		Desarrollo y crecimiento de raíces											
Descripción de la Fase	Es el momento en que se transforma la yema vegetativa en floral.	La diferenciación floral comienza del centro de la yema, primero se desarrollan los pétalos, luego los sépalos, los estambres y el pistilo, todo el proceso tarda de 4 a 5 semanas.		Aparecen las primeras inflorescencias en las coberturas formadas por las hojas viejas.		Se hinchan los botones florales, redondeándose e inclinándose mediante un pedúnculo corto.		Las flores de la inflorescencia comienzan a crecer rápidamente, el tamaño final lo alcanzan antes de setiembre y octubre. Las primeras flores se abren.		Aparecen los primeros frutos. Es la fecundación de la flor que mediante el proceso de la polinización se convierte en fruto, el ovario fecundado se agranda y se hace notorio.		Los frutos adquieren el color típico de su variedad. En la mayoría de las variedades, las aceitunas son cosechadas antes de su madurez fisiológica, cuando todavía tienen un color verde claro o amarillo.	
Ocurrencia de la fase (días)	18 - 25	42 - 60			66 - 110			120 - 270					
Temperatura Óptima	22°C a 25°C	22°C a 25°C		22°C a 25°C		22°C a 25°C		22°C a 25°C		22°C a 25°C		22°C a 25°C	
Temperatura Crítica	< 20°C	< 20°C a 32°C >		< 20°C a 32°C >		< 20°C a 32°C >		< 20°C a 32°C >		< 20°C a 32°C >		< 20°C a 32°C >	
Humedad óptima	70 % - 80 %	70 % - 80 %		70 % - 80 %		71 % - 80 %		70 % - 80 %		71 % - 80 %		71 % - 80 %	
Déficit hídrico	Sensible	Sensible		Sensible		Sensible		Sensible		Tolerante		Tolerante	

Fuente: DA/SENMAHI
Elaboración: DGPA/DEEIA/MINAGRI

Figura 2.4: Ciclo de desarrollo del olivo

Fuente: Figura recuperada el (1 de julio del 2020) de <https://www.minagri.gob.pe/>

2.4.4 Cáscara de Almendras

“La almendra es un fruto seco proveniente de la planta Prunus Dulces, es originaria de las zonas calientes de Asia Central y China, a partir de esos lugares fue introducida en Europa, principalmente en las ciudades griegas y romanas, por ello es común el nombrar al pueblo romano como el principal gestor de la inserción de esta planta en toda Europa, Este cultivo tuvo una gran aceptación en España debido a que las condiciones geográficas y agrícolas propias del país fueron ideales para un próspero desarrollo del cultivo.”

Fuente: (14 de diciembre del 2016) de <https://www.forest-monitor.com/>

“El gran beneficio que nos trae el fruto de la planta Prunus Dulces es la cáscara de almendra, la cual cuenta con un PCI casi igual al PCI de los pellets de madera de 17.5 MJ/kg b.h., mientras que el PCI de la cáscara de almendras de 16.2 MJ/kg, además de este gran poder calorífico, la cáscara de almendra cuenta con un menor peso específico, mientras que el pellet de madera tiene un peso específico de 692 kg/m³, la cáscara de almendra tiene un peso específico de 379 kg/m³ además tiene e beneficio adicional de solo poseer un 6 a 9% de humedad lo que hace posible que no se requiera

un proceso de secado de la cáscara previo al proceso de combustión, también cabe mencionar que la formación de cenizas es mucho menor que la formación de cenizas por el proceso de combustión de los pellets.”

Fuente: (14 de diciembre del 2016) de <https://www.forest-monitor.com/>

2.5 SISTEMAS DE CALEFACCIÓN

Un sistema de calefacción energéticamente hablando es un sistema que se utiliza para hacer subir la temperatura de un objeto, un ambiente o una persona mediante una adición de calor.

A comienzos del siglo pasado las técnicas para la generación de calor aumentan y también su uso, principalmente con calderas que funcionaban a carbón y los sistemas de calefacción estaban compuestos de radiadores y tuberías, el fluido portante que se utilizaba era el vapor, es así como el sistema más antiguo de calefacción estaba compuesto.

La caldera que se utilizaba en esos tiempos era una estufa hecha con un proceso de fundición, las paredes de esta caldera eran dobles y al interior de estas 2 paredes circulaba el fluido portante, que era el agua, hasta el punto de calentarse a la temperatura de ebullición y vaporizarse, el fluido pasaba por el sistema de tuberías hasta llegar a los radiadores y hacer el intercambio de calor por el método de termosifón o el llamado tiro térmico y con este tipo de método lo más adecuado para las calderas era que se encontraran en los niveles inferiores por debajo de los radiadores.

Así se hizo el cambio del fluido portante, se pasó de usar el vapor a utilizar agua caliente, más adelante, también los combustibles fueron reemplazados por combustibles más económicos.

Instalaciones de calefacción

Técnicamente hablando, un sistema de calefacción posee 3 partes.

- El sistema generador de calor: El sistema generador de calor usualmente es una caldera que funciona con combustible, también se puede utilizar un sistema que utilice resistencias eléctricas o se puede aprovechar la energía calórica que se genera natural o residualmente de otro sistema.

- El sistema de distribución: El sistema de distribución vienen a ser las tuberías por donde es conducido el fluido portante.
- El sistema de radiación: El sistema de radiación es el conjunto de radiadores y demás equipos que efectúan la transferencia de calor al ambiente.

Distribución del calor

Actualmente, en el reparto de calor solo se utilizan 2 métodos, por aire y por agua, Actualmente el vapor paso a un segundo plano por ser un portador que no se puede regular con facilidad. Además, la temperatura que se logra en las superficies de los radiadores tiende a ser muy alta. En promedio se alcanzan unos 100 °C, lo que se traduce en un riesgo de seguridad por quemaduras.

- Por aire: Existe otro método para distribuir el calor a los ambientes, que es utilizando el aire. Al utilizar aire, los diámetros de las tuberías deben ser mayores y puede utilizarse tubería galvanizada o incluso cobre. Además, se puede utilizar huecos existentes en cielorrasos o pasillos. Cuando se utiliza aire, este puede ser calentado directamente en el climatizador, al que llega el calor desde una caldera por medio de su sistema de distribución.
- Por agua y aire: Este tipo de distribución no es solamente utilizado en la calefacción común, también es utilizado en las instalaciones que usan utilizan climatización por medio de aire, para así poder llevar calor desde el sistema de calderas hasta las maquinas climatizadoras, es en ese punto que el aire será tratado y llegará a las diferentes habitaciones.

Elementos terminales

El motivo de que se busque regular los diferentes sistemas que existen para la calefacción es suministrar la potencia necesaria para complementar las necesidades de calor que los diferentes ambientes requieran. Cuando existe una menor temperatura del exterior, se requerirá una potencia más alta, es así como vemos que la potencia no solo podría variar de acuerdo con la temporada en la que estemos sino también de acuerdo con la hora del día.

2.5.1 Radiadores

Los radiadores son las máquinas que realizan la transferencia de calor al ambiente, estos equipos tienen diversa cantidad de módulos, esto se traduce en que, a mayor cantidad de módulos, la cantidad de generación de calor crecerá. De esto deducimos que, en un ambiente con más cantidad de metros cuadrados por calefaccionar, se necesitará un equipo radiador mucho más grande, que posea mayor cantidad de módulos.

Normalmente, las emisiones generadas por las calderas son controladas por un termostato. Además, existen hoy en día variedad de termostatos electrónicos y que pueden ser programados, incluso conectados con aplicaciones para ser controlados remotamente.

2.5.2 Válvulas y dispositivos de seguridad

Los radiadores son las máquinas que realizan la transferencia de calor al ambiente, estos equipos tienen diversa cantidad de módulos, esto se traduce en que, a mayor cantidad de módulos, la cantidad de generación de calor crecerá. De esto deducimos que, en un ambiente con más cantidad de metros cuadrados por calefaccionar, se necesitará un equipo radiador mucho más grande, que posea mayor cantidad de módulos.

- Los indicadores de nivel (WSA), los cuales son necesarios para controlar el nivel del líquido (en nuestro caso agua) que será calentada dentro de la caldera.
- La válvula de aireación (ELV), la cual es necesaria para hacer posible el llenado y vaciado del generador y para que el aire residual sea eliminado.
- La válvula de purga de lodos (ASV), la cual sirve para eliminar residuos que se encuentran en el fondo de cualquier caldera de vapor y viene procedente del agua de la línea de alimentación.
- La válvula de purga continua de sales (ABV), la cual evita que se sobrepase la máxima cantidad de salinidad permitida en el agua procedente de la línea de alimentación de la caldera de vapor y también evita que se formen las incrustaciones cristalinas encima de la superficie calefactora.
- La botella de toma de muestra (X), es el elemento donde el vapor es condensado y generado en la caldera de vapor para poder analizar el contenido preciso de sales y también de oxígeno.

- Los reguladores de presión (DR), son los encargados de ajustar el nivel de presión del fluido caliente según los requerimientos del usuario en el lugar de consumo.
- Los electrodos de conductividad (PZ, PW), son aquellos que se encuentran conectados con el regulador de nivel y sirven para regular la cantidad de fluido (agua) que será alimentado a la caldera.

Cuando se recupera el agua condensada y se emplea en la alimentación de la caldera se reduce el consumo energético del propio proceso y la necesidad de tratar el agua previamente a su entrada en la caldera, es decir se reduciría el uso de ablandadores.

2.5.3 Tuberías

Generalmente cuando se toca el tema de los sistemas de calefacción, se hace hincapié solo en la caldera o el sistema de radiación, radiador, siendo así es común que se deje de lado la relevancia que poseen las tuberías en el sistema de calefacción. Los principales puntos que deben tener las tuberías para incrementar la eficiencia que pueda llegar a tener el sistema de calefacción son la comodidad y también la calidez.

Tipos de tuberías que existen para los sistemas de calefacción

Actualmente en el mercado se puede encontrar gran variedad de tuberías para sistemas de calefacción elaboradas con diferentes tipos de materiales dependiendo de las necesidades del usuario.

Tuberías de plomo

Todavía pueden ser encontradas en algunos edificios antiguos, pero hoy en día, las instalaciones con tuberías de plomo están casi abolida y esto se debe por su toxicidad. Pero entiéndase que, el poco uso de tuberías de plomo no implica que su concentración aumente exponencialmente, pero hay ocasiones en las que sí puede ser verdaderamente nocivo.

Tuberías de plástico

Cuando se habla de tuberías de plástico en primer lugar debemos tener claro que estas deben ser seleccionadas con mucho cuidado y también con responsabilidad, ya que de esta selección va a depender la fiabilidad y también la duración que el sistema de calefacción pueda llegar a tener. Debido a la gran industrialización y a las facilidades que las nuevas tecnologías, así como equipos modernos nos ofrecen, las tuberías de

plástico son fabricadas cumpliendo altos estándares de construcción, así como altos códigos de fabricación.

Una de las ventajas para los sistemas de calefacción que son construidos con tuberías de plástico es que son fáciles de hermetizar, es decir los materiales para dar un buen acabado al sellado de juntas son altamente eficientes y por todas estas razones la vida útil que tienen las tuberías de plástico es mayor a los 20 años.

Tuberías de acero negro

Lamentablemente la principal desventaja de estas tuberías es que tienen un tiempo de vida útil muy corto por que tienden a oxidarse debido a las variaciones de temperatura, asimismo, las uniones solo pueden ser realizadas mediante roscado o proceso de soldadura.

Tuberías de acero inoxidable

Definitivamente las tuberías de acero inoxidable poseen una mejor calidad comparado con las tuberías de acero negro, a pesar de ello, en el mercado hay gran variedad que trata de imitarles, algunas de ellas no tienen características similares. Las principales ventajas de las tuberías de acero inoxidable son su gran resistencia y su grandiosa resistencia a la corrosión.

Cabe mencionar que el costo de las tuberías de acero inoxidable es alto comparado con tuberías hechas de otros materiales. Pero, también se logra ahorrar gran cantidad de dinero al ser viables económicamente hablando. Para estas tuberías de acero inoxidable no se requiere comprar ni cambiar accesorios, válvulas o similares.

Tuberías de cobre

En el caso de las tuberías de cobre se debe mencionar primero la ventaja que poseen al poseer una gran resistencia a temperaturas elevadas, además se debe mencionar que este tipo de material no se daña fácilmente y así mismo puede conservar sus características aun con el paso del tiempo, el material es maleable pero su costo el alto. Otra característica que es necesario mencionar es la dilatación que sufre debido a los cambios de temperatura por lo que no se recomienda su instalación en contacto con otras tuberías. Además, si se encuentra en contacto con otras tuberías del mismo material, es muy posible la formación de micropilas.

Tuberías de polietileno reticulado

Las tuberías de polietileno son tuberías de plástico que tienen una alta resistencia a las elevadas temperaturas y presiones elevadas. Hay muchas clases de tuberías de este tipo y pueden ser unidas a través de 2 métodos, brida corrediza o a través de press fitting.

Tuberías multicapa

Las tuberías de multicapa son tuberías hechas especialmente para sistemas de calefacción ya que tienen 3 capas, la capa interior y la exterior son hechas de polietileno y la capa central está hecha de aluminio. La función principal de esta capa central de aluminio es compensar la dilatación que surge en las tuberías por los cambios repentinos de temperatura.

Dentro de las tuberías de plástico, destacan las conocidas tuberías multicapa.

Tuberías polipropileno

Las tuberías de polipropileno son conocidas por su material que permite una dilatación térmica respecto de otros tipos de tuberías, estas tuberías están hechas con fibra de vidrio para poder contener la dilatación. Estas tuberías son perfectas para tramos grande y diámetros aún mayores, aunque debido a esto son difíciles de ubicar, las uniones se realizan por el método de la termofusión.

Tuberías polibutileno

Las tuberías de polibutileno tienen la propiedad de tener poca transferencia de energía ya que el material de que están hechos es maleable por lo tanto este puede deformarse hasta y puede regresar a su estado inicial. Los empalmes se realizan a través de soldadura y también del proceso de push-fitting, a causa de estos procesos muchas veces se pueden encontrar fugas en este tipo de tuberías.

Ventajas y desventajas de usar tuberías hechas con multicapa para un proceso de calefacción

Hoy en día las tuberías de multicapa que son utilizadas en los procesos de calefacción han podido reemplazar a las ya conocidas tuberías de metal, esto debido a su facilidad para su instalación y a la gran resistencia que presenta.

Las principales ventajas que se pueden mencionar son:

- Gran durabilidad y enorme resistencia: Estas tuberías presentan una vida media de 50 años y además pueden soportar grandes temperaturas de incluso 95 grados centígrados.
- Son baratas: Este tipo de tuberías presentan un coste muy por debajo si lo comparamos con los otros tipos de tuberías, sobre todo las tuberías de metal o las tuberías de plástico.
- De fácil instalación: Las tuberías multicapa están hechas de un material que resulta muy ligero y por ende resultan muy fáciles de instalar. Presentan una gran flexibilidad y adaptabilidad, las uniones pueden ser realizadas a través de press-fitting o incluso pueden ser mecanizadas.
- Poca dilatación: Este tipo de tuberías se diferencia de otro tipo de tuberías por poseer una capa de aluminio en el medio de sus capas lo que contrarresta los problemas por dilatación debido a las grandes temperaturas.

Entre las desventajas que podemos mencionar de las tuberías multicapa están:

Se debe tener gran cuidado debido a las juntas y las uniones: Cuando no se aprisiona correctamente las uniones se pueden presentar problemas de fuga, lo correcto es que la instalación sea realizada por personal capacitado.

Las uniones y los puntos realizados: Para este tipo de tuberías surgen como un problema constante los puntos de unión mal ajustados y esto repercute en que la tubería no queda bien fijada.

Los Tubos de calefacción vistos o tubos empotrados

Hace muchos años el visualizar tubos de calefacción dentro de una edificación era sinónimo de un diseño pésimo, pero en la actualidad y con las nuevas tendencias en la decoración de interiores se ha vuelto cada vez más usual realizar instalaciones con tuberías visibles.

Muchas de las tuberías funcionan instaladas visiblemente como son las tuberías hechas de plástico, las tuberías que tienen multicapas y las tuberías que tienen polietileno reticulado. Cabe resaltar que la instalación de este tipo de tuberías deberá

de ser realizado por personal altamente calificado ya que poder realizar las uniones requiere de mucha práctica.

2.5.4 Aislamiento

Las principales funciones principales del aislamiento en tuberías para sistemas de calefacción, así como para las tuberías de gasfitería tanto para las instalaciones sanitarias, así como para las instalaciones de agua fresca de consumo humano son:

- Reducir la condensación en la superficie de las tuberías.
- Evitar que se pierda la energía a causa de la fuga térmica.
- Minimizar los riesgos por el contacto con superficies que se encuentran calientes.
- Minimizar los riesgos por congelamiento de tuberías que se encuentran en exteriores.
- Reducir las crecidas de temperatura para el consumo humano del agua.

También, el aislamiento cumple la función de permitir la dilatación de tuberías y también la función de resguardar las tuberías empotradas de la erosión causada por los materiales.

Las coquillas de espuma elastomérica

Si hablamos de la espuma elastomérica, es un tipo de aislamiento térmico que presenta una estructura celular cerrada, la cual se encuentra comprendida por un caucho sintético.

Su presentación viene en forma de coquillas de espuma elastomérica y sirven para poder aislar térmicamente las tuberías y también se presenta en forma de planchas para poder aislar térmicamente ductos de climatización, así como sus accesorios.

Dicho material tiene una gran flexibilidad y mucha facilidad para su pronta instalación, además de poseer poca conductividad térmica.

El tipo de aislamiento anteriormente mencionado tiene como base el caucho sintético y además puede encontrarse en el mercado en color negro y viene en presentación de 2 metros (rollo).

En el mercado actual se puede encontrar espumas elastoméricas que pueden ser usada en muchas aplicaciones de acuerdo con la temperatura deseada de trabajo, además se

puede controlar la condensación y el nivel de aislamiento requerido por la sala de máquinas.

Las coquillas de lana mineral

Las coquillas de lana mineral son las más usadas desde que se comenzó a aislar tuberías, existen de 2 tipos, las coquillas de la de vidrio y las coquillas de lana de roca, se usan tanto como para el aislamiento térmico como para los aislamientos termoacústicos y se usan tanto en casas residenciales, en edificios residenciales, en edificaciones industriales y en diferentes sectores.

Estas coquillas de lana mineral poseen poca conductividad térmica y es por esta razón que sirven como una solución para el aislamiento de tuberías y todo tipo de instalaciones térmicas o frías.

Usualmente la lana mineral viene en presentaciones de coquilla desnuda o con un recubrimiento simple de papel de aluminio el cuál haría las veces de una barrera de vapor.

Las coquillas de polietileno

Las coquillas de polietileno están hechas de un polímero que se utiliza para varias aplicaciones, así como para el aislamiento térmico.

Las coquillas de polietileno también presentan una grandiosa flexibilidad tal como lo hacen las coquillas hechas de espuma elastomérica, esto les permite tener una gran adaptabilidad al tamaño y al desplazamiento de la tubería.

Para el caso de las coquillas de polietileno una desventaja puede ser que su conductividad térmica es mucho mayor que la presente en otro tipo de aislamientos, por ende, se deduce que su aislamiento térmico es más deficiente respecto de otros tipos de aislamiento, pero en contraparte, su precio es mucho menor comparado al de otros materiales de aislamiento térmico.

Las coquillas de polietileno suelen encontrarse en el mercado en presentaciones de 2 metros y el color más común es el gris, pero también se puede encontrar en otra variedad de colores.

Espesores Recomendados
Aislamiento para Tubería Fiberglas®
Tuberías Calientes Ta= 25 °C (77 °F)¹

TEMP. OPERACION	HASTA 65°C (150°F)						HASTA 121°C (250°F)						HASTA 177°C (350°F)						HASTA 232°C (450°F)							
	E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.		E.S.		P.C.		T.S.			
DIAMETRO NOMINAL DEL TUBO	pulg.	mm	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F	pulg.	mm	BTU/h.ft	W/m	°C	°F
1/2	12.7	1	25.4	7.44	7.15	28.7	83.6	1	25.4	20.0	19.23	33.8	92.9	1	25.4	36.2	34.80	40	104.0	1 1/2	38.0	45.9	44.13	38.9	102.0	
3/4	19.1	1	25.4	8.95	8.60	29.4	84.9	1	25.4	24.2	23.27	35.4	95.8	1	25.4	43.7	42.01	42.2	108.0	1 1/2	38.0	53.3	51.24	41.1	106.0	
1	25.4	1	25.4	9.28	8.92	28.8	83.9	1	25.4	25.0	24.03	34.2	93.5	1 1/2	38.0	45.2	43.45	40.6	105.0	2	50.8	49.7	47.78	36.4	97.5	
1 1/2	38.0	1	25.4	12.1	11.63	29.3	84.8	1	25.4	32.5	31.24	35.3	95.6	1 1/2	38.0	46.5	44.70	36.8	98.2	2	50.8	57.6	55.37	36.2	97.2	
2	51.0	1	25.4	14.1	13.56	29.5	85.1	1	25.4	38.2	36.72	35.8	96.5	1 1/2	38.0	53.0	50.95	37.1	98.7	2	50.8	70.2	67.49	38.3	101.0	
3	76.0	1	25.4	19.1	18.36	29.9	85.9	1	25.4	51.6	49.61	36.8	98.2	1 1/2	38.0	70.3	67.58	38.3	101.0	2	50.8	91.6	88.06	40.0	104.0	
4	102.0	1	25.4	22.9	22.02	30.3	86.5	1	25.4	62.1	59.70	37.0	98.6	2	50.8	69.7	67.01	35.7	96.2	2	50.8	109.3	105.08	40.5	105.0	
6	152.0	1	25.4	33.9	32.59	30.6	87.1	1 1/2	38.0	66.6	64.03	34.3	93.8	2	50.8	94.4	90.75	36.6	97.8	2	50.8	148.0	142.28	42.2	108.0	
8	203.0	1	25.4	42.3	40.67	30.7	87.3	1 1/2	38.0	80.4	77.29	34.3	93.8	2	50.8	116.0	111.52	37	98.6	2 1/2	63.5	149.0	143.24	38.9	102.0	
10	254.0	1	25.4	54.6	52.49	31.2	88.2	1 1/2	38.0	94.2	90.56	34.2	93.6	2	50.8	137.0	131.71	37.1	98.7	2 1/2	63.5	181.0	174.01	39.4	103.0	
12	304.0	1 1/2	38.0	40.6	39.03	28.9	84.0	1 1/2	38.0	109.0	104.79	34.4	93.9	2	50.8	158.0	151.90	37.3	99.1	2 1/2	63.5	208.0	199.96	40.0	104.0	
14	356.0	1 1/2	38.0	46.8	44.99	29.2	84.6	2	50.8	99.0	95.18	32.8	91.0	2 1/2	63.5	149.0	143.24	35.6	96.1	2 1/2	63.5	233.0	224.00	40.6	105.0	
16	406.0	1 1/2	38.0	52.8	50.76	29.3	84.7	2	50.8	110.0	105.75	32.9	91.2	2 1/2	63.5	167.0	160.55	35.8	96.4	3	76.0	225.0	216.31	38.3	101.0	
18	457.0	1 1/2	38.0	58.8	56.53	29.1	84.4	2	50.8	124.0	119.21	33.0	91.4	2 1/2	63.5	185.0	177.85	35.9	96.7	3	76.0	249.0	239.38	38.9	102.0	
20	508.0	1 1/2	38.0	64.9	62.39	29.3	84.8	2	50.8	136.0	130.75	33.1	91.5	2 1/2	63.5	203.0	195.16	36.1	96.9	3	76.0	273.0	262.45	38.9	102.0	
24	610.0	1 1/2	38.0	76.9	73.93	29.4	84.9	2	50.8	161.0	154.78	33.2	91.7	2 1/2	63.5	239.0	229.77	36.2	97.2	3	76.0	320.0	307.64	38.9	102.0	
26	660.0	1 1/2	38.0	81.0	77.87	29.3	84.8	2	50.8	170.4	163.82	33.1	91.5	2 1/2	63.5	254.7	244.86	36.2	97.1	3	76.0	340.0	326.87	38.9	102.0	
28	711.0	1 1/2	38.0	86.9	83.54	29.3	84.8	2	50.8	182.5	175.45	33.1	91.6	2 1/2	63.5	271.5	261.01	36.2	97.2	3	76.0	364.0	349.94	38.9	102.0	
30	762.0	2	50.8	73.6	70.76	28.4	83.2	2 1/2	63.5	163.0	156.70	31.8	89.2	3	76.0	250.0	240.34	34.7	94.4	3 1/2	89.0	342.0	328.79	37.4	99.4	

Figura 2.5: Espesores recomendados para aislamiento, FIBERGLAS

Fuente: Figura recuperada el (4 de julio del 2020) de <https://insul-therm.mx/insul/index.php>

2.5.5 Emisiones

Se ha previsto una crecida en la utilización de biomasa sólida como combustible para las nuevas tecnologías, además de ser una alternativa más rentable y a su vez sostenible en el ámbito de la producción de energía.

Se tiene el siguiente cuadro respecto de la producción de energía utilizando biomasa en diferentes aplicaciones desde el 2010 hasta previsiones para 2035.

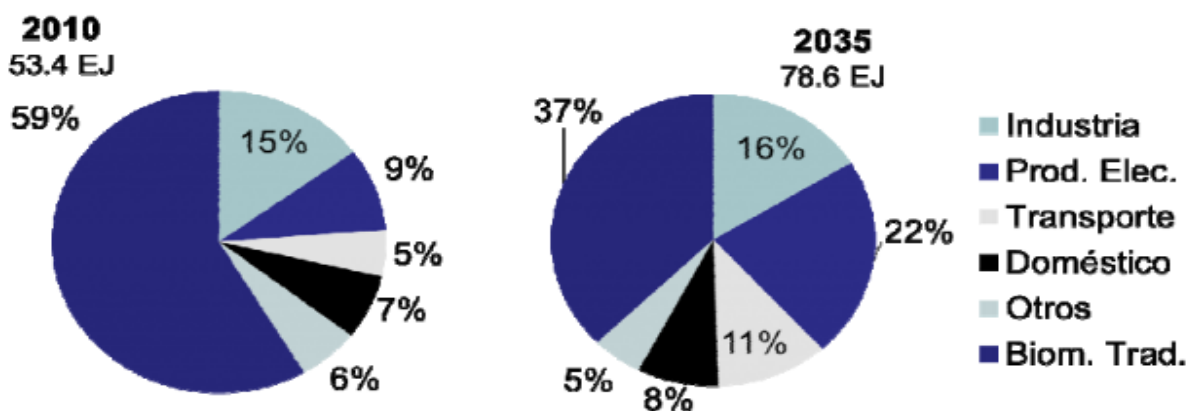


Figura 2.6: Producción de energía con biomasa

Fuente:(Figura recuperada el (4 de julio del 2020) de <https://www.osinergmin.gob.pe/>

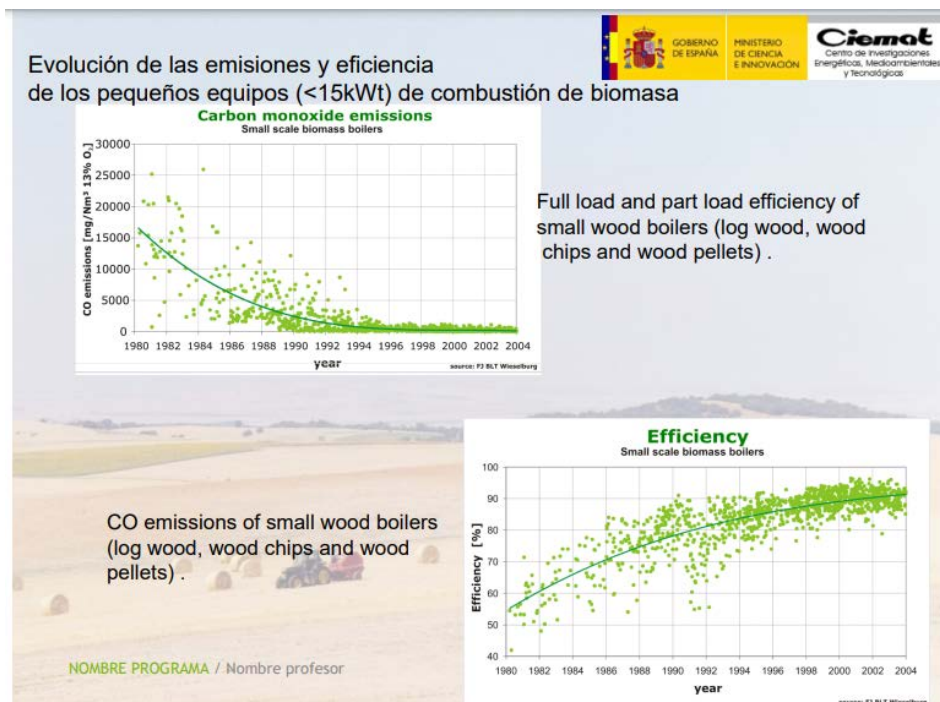


Figura 2.7: Evolución de las emisiones y eficiencias en combustión de biomasa

Fuente: Figura recuperada el (4 de julio del 2020) de <https://www.miteco.gob.es/>

2.6 TRANSFERENCIA DE CALOR

La transferencia de calor o también llamada transferencia térmico esencialmente es el intercambio de energía calórica de un cuerpo hacia otro.

Este intercambio se da cuando los así llamados sistemas están a diferentes temperaturas y estos sistemas a su vez se encuentran en contacto directo lo que permite el intercambio de energía desde el cuerpo que tiene mayor temperatura hacia el cuerpo que tiene una temperatura menor respecto del primero y esto se termina cuando se alcanza un punto de equilibrio de temperatura entre ambos cuerpos, las temperaturas de ambos cuerpos se igualan.

Cabe mencionar que este proceso de intercambio de calor no puede detenerse, aunque si hay maneras de hacerlo más lento, esto se logra con los así llamados aislantes que ya se mencionaron anteriormente. En todo instante que se encuentre una desigualdad de temperaturas en el universo, el calor será transferido por cualquiera de los medios que se encuentren disponibles., cabe resaltar que los tipos de transferencia de calor son por convección, por conducción y por radiación.

Las unidades de medida de la transferencia de calor

“Según el Sistema Internacional de Medidas, la conductividad de un cuerpo se expresa en julios (J), al igual que para el trabajo y la energía. Sin embargo, existen otras unidades de uso común para medir la transferencia de calor:”

Fuente: (5 de julio del 2013) de <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>

- “Kilocalorías (Kcal): Una caloría se define como la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado Celsius la temperatura de un gramo de agua. Es una medida empleada a menudo en nutrición para medir la energía química contenida en los alimentos. Una kilocaloría equivale a 1000 calorías.”

Fuente: (5 de julio del 2013) de <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>

- “BTU (del inglés British Thermal Unit o unidad térmica británica): Se define como la cantidad de calor necesaria para elevar en un grado Fahrenheit la temperatura de una libra de agua, lo que equivale a 252 calorías. Esta medida es empleada comúnmente en los países de habla anglosajona, principalmente el Reino Unido y Estados Unidos.”

Fuente: (5 de julio del 2013) de <https://concepto.de/transferencia-de-calor/>

2.6.1 Transferencia de calor por conducción

La transferencia de calor por conducción es un proceso mediante el cual se transfiere calor por medio del contacto directo de un material con otros, es decir no hay materia transferida de por medio, la transferencia de calor se puede dar en todos los estados de la materia aunque se entiende como transferencia de calor por conducción a la transferencia de calor entre cuerpos sólidos, la transferencia de calor entre cuerpos líquidos o gaseosos se suele considerar como transferencia de calor por convección.

Como ejemplo se puede tener la transferencia de calor que ocurre entre las hornillas de una cocina y una sartén que es puesta a calentar, las llamas del fuego transfieren el calor a la sartén y a su vez la sartén calentará la comida de la misma manera.

Otro claro ejemplo se da cuando accidentalmente se toca una superficie caliente con la mano y esto a su vez nos causa una quemadura por el calor transferido hacia nuestra piel debido al contacto directo que se efectuó.

La conducción por tanto es la transferencia de calor que ocurre por el contacto directo entre superficies sólidas.

2.6.2 Transferencia de calor por radiación

La transferencia de calor por radiación es un tipo de transferencia de calor que se da sin un contacto físico de por medio, es decir no hay un cuerpo físico que transfiera el calor, la transferencia de calor por radiación se da por medio del vacío.

Hay muchos tipos de radiación presentes en la naturaleza y muchas de ellas no son visibles, por ejemplo, la radiación ultravioleta, pero cuando la radiación alcanza temperaturas elevadas se puede dar una clara transferencia de calor por radiación cuando un cuerpo es irradiado, y esto es comprendido por la Ley de Stefan-Boltzmann.

Un claro ejemplo de transferencia de calor por radiación es la transferencia de calor que ocurre hacia los alimentos en el interior de un microondas, allí no hay contacto físico, pero si hay partículas radioactivas que viajan hacia los alimentos y le transfieren calor.

2.6.3 Transferencia de calor por convección

Este último método de transferencia de calor como se mencionó anteriormente tiene una similitud con la transferencia de calor por conducción con la diferencia que en este proceso se considera la transferencia de calor producida por cuerpos en estado líquido y en estado gaseoso, es decir que para que este tipo de transferencia de calor sea producido debe de haber un líquido caloportador que transporte y transfiera el calor de un cuerpo hacia otro.

La presente transferencia de calor está explicada por la Ley del Enfriamiento de Newton, la cual nos indica que cualquier cuerpo pierde calor equivalente a la diferencia de temperaturas entre dicho cuerpo y su interno.

Un ejemplo práctico de dicho tipo de transferencia de calor es lo que ocurre en un intercambiador de calor, una caldera calienta el líquido caloportador, este a su vez viaja y transfiera calor a un radiador y luego regresa hacia la caldera y este proceso se puede dar incluso haciendo una transferencia de calor adicional en el camino, pasando por tubos adyacentes a tubos que contienen líquido a menor temperatura.

También se puede ejemplificar lo que sucede cuando se calienta una olla con agua, el calor transferido del agua a la olla calentará cualquier alimento que se encuentre en contacto con el agua.

2.7 DIAGRAMA DE FLUJO DE UN SISTEMA CALEFACTOR

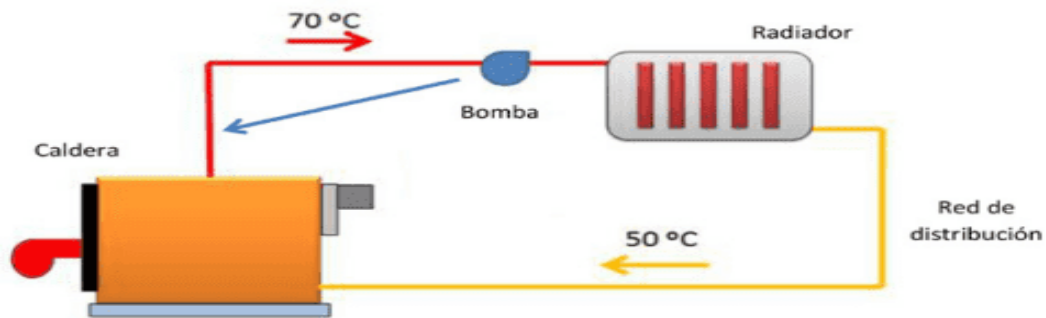


Figura 2.8: Diagrama de flujo de un sistema calefactor

Fuente: Figura recuperada el (4 de julio del 2020) de <https://remicacalefaccion.es/>

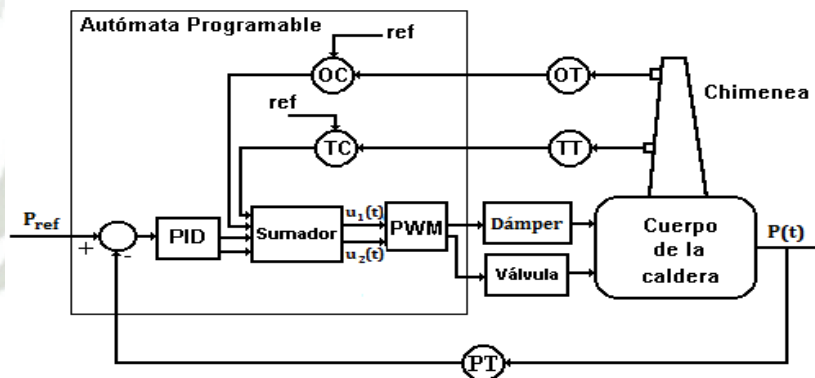


Figura 2.9: PID Sistema de Calefacción

Fuente: Figura recuperada el (6 de julio del 2020) de <https://www.researchgate.net/>

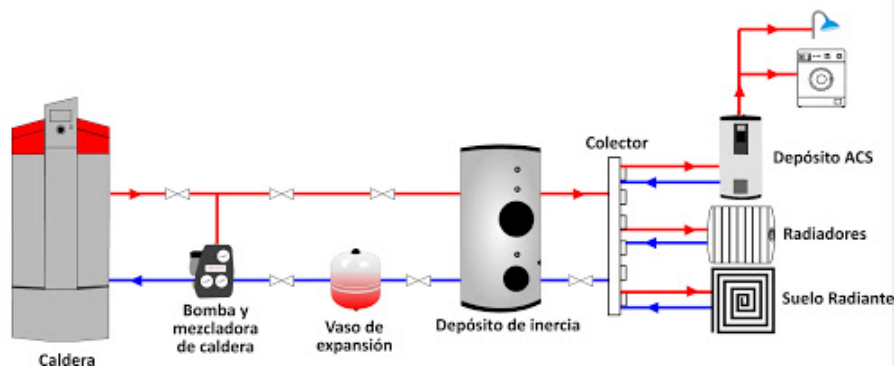


Figura 2.10: Demostración de un sistema calefactor con caldera

Fuente: Figura recuperada el (6 de julio del 2020) de <https://noticiasdelaciencia.com/>

2.8 METODOLOGIA DE DISEÑO

2.8.1 Proceso general del diseño

Se denomina proceso general del diseño a la metodología empleada para poder diseñar una propuesta concreta que sirva de solución a determinado problema, está compuesta de cinco pasos los cuales poseen varios procesos inmersos en cada paso, lo cuales pueden ser: Caso, Problemas, Hipótesis, Proyecto y Realización.

Los procesos que conlleva el proceso general del diseño son:

- El Caso: Este micro proceso tiene muchos pasos secundarios lo cual ayuda a que el proceso se logre más eficientemente, uno de esos pasos secundarios es el objetivo primario de la fase, lo que consiste en identificar los criterios socio históricos, identificar y analizar los datos más significativos del problema que finalmente serán utilizados bajo la óptica del diseño en la respuesta que se dará formalmente en el futuro. El siguiente paso para seguir es el desarrollo metodológico de la fase lo que se logra realizando el análisis del caso lo que nos conlleva a hacer el proceso de observación, levantamiento y organización de los datos más relevantes de acuerdo con los objetivos operativos del diseño metodológico.
- El Problema: Luego de tener las conclusiones de la fase del Caso, se comienza por determinar el problema de diseño así como los principales objetivos que este problema tendrá, los principales objetivos podrían ser: La determinación de los límites concretos reales en el lugar donde se realizó la observación, luego se procedería a la recopilación y estructuración de los nuevos datos obtenidos y finalmente seleccionaremos y estructuraremos de manera lógica la teoría del diseño, es decir la estructura del problema tomando en cuenta los requerimientos que inicialmente se encontraron.

“Luego de realizado todo este proceso se debe tener en cuenta que al proponer una alternativa de diseño diferente es necesario una buena formulación del problema en donde se evidencia las exigencias individualizadas sistemáticamente, de tal manera que las funciones sean respuesta de las exigencias planteadas.

Las características generales de un problema son las siguientes:

1. Se busca generar grupo por grupo alternativas de solución

2. La estructuración del cuerpo de requerimientos específicos para cada disciplina del diseño constituye la determinación del problema
3. Los datos incluyen el criterio de diseño para su interpretación y solución
4. Dependiendo de la cantidad y complejidad de los datos relevantes se busca interrelacionarse y agruparlos en subconjuntos.”

Fuente: Barrios (1955) de <https://instituciones.sld.cu/ihi/metodologia-de-la-investigacion/>

- “La Hipótesis: Una vez descrito el problema se continua con la hipótesis, las conclusiones del problema vendrían a ser los requerimientos necesarios para poder dar solución al problema.

Luego en el paso de la hipótesis nos enfocamos en las conclusiones las que van a determinar finalmente las alternativas que daría solución al problema luego del análisis debidamente realizado.

1. Se eligen las más viables en todos los aspectos para solucionar la estructura del problema.
2. Se analizan y resuelven los sistemas semióticos, funcional, constructivo, estéticos, económicos, etc.
3. El estudio de las formas es fundamental.
4. Se utilizan métodos y técnicas de diferentes campos, en especial de lo connotativo, en cuyo manejo radica la intención creativa y formal del diseñador.”

Fuente: Barrios (1955) de <https://instituciones.sld.cu/ihi/metodologia-de-la-investigacion/>

- El Proyecto: En la fase del proyecto, se interactúa tanto con los métodos como con las técnicas necesarias para implementar dentro de la hipótesis.

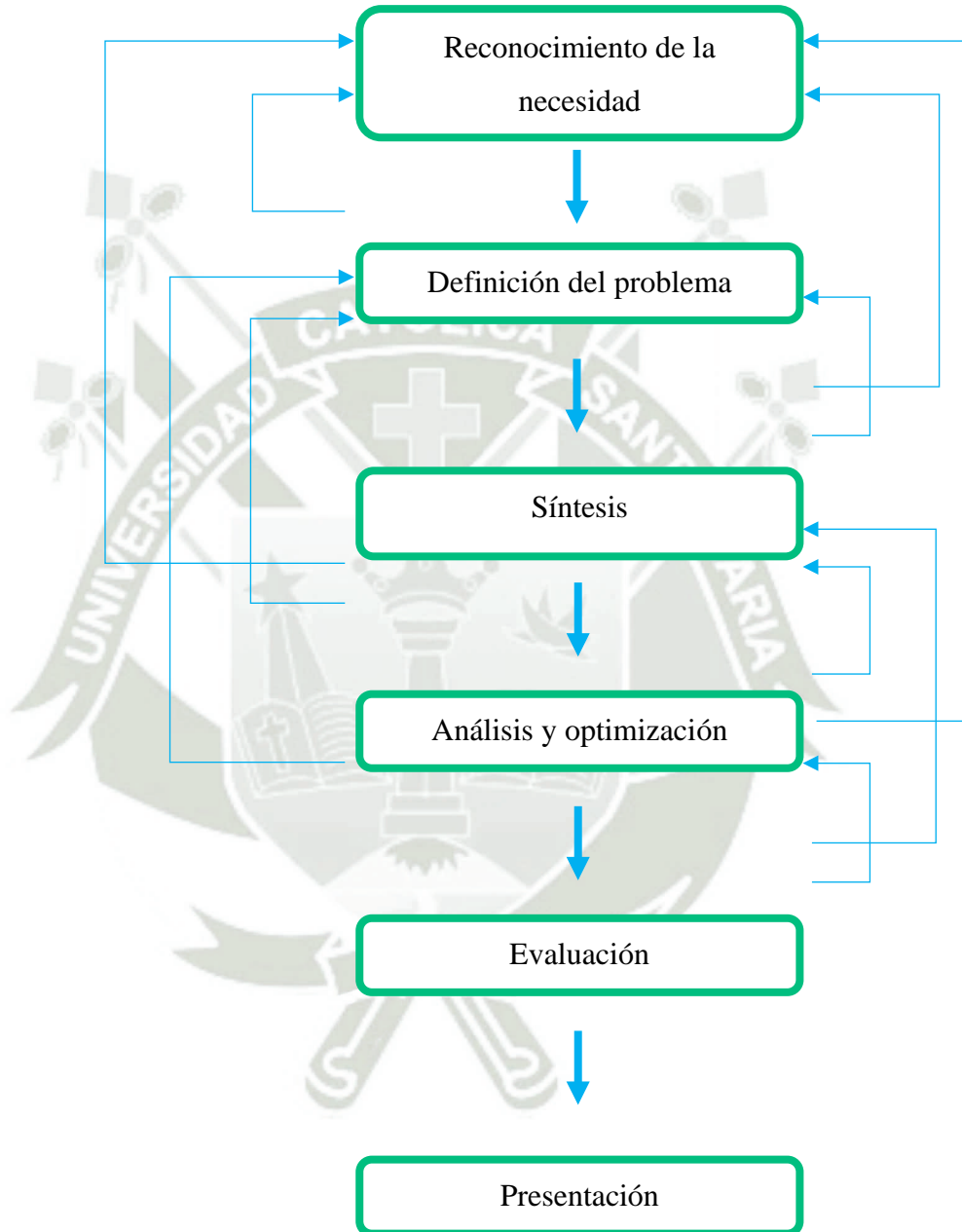
En esta etapa es totalmente indispensable que el que va a diseñar tenga en cuenta las técnicas que evitarían incoherencias e inconsistencias en el proceso, para esto es necesario que todos los datos sean utilizados.

- La Realización: En este paso de realización se tiene en cuenta que esta última fase es materia de la propuesta en sí. Es decir que el propio diseñador va a supervisar y dirigir el proyecto y será objeto en la producción.

En esta última etapa se termina cuando el diseño es por fin empleado por el sector al cual estaba dirigido en la propuesta inicial, además se comprueba su empleabilidad y su eficiencia.

2.8.1.1 Fases del proceso de diseño

Existen varias maneras de clasificar las turbinas a continuación veremos algunas cuantas.



2.8.1.2 Las consideraciones básicas de diseño

A veces existe una resistencia que un componente dentro de un sistema necesita y esto nos indica un punto muy importante para poder determinar la geometría y las dimensiones de este. Muchas veces se debe tener en cuenta las características de diseño, a continuación, se mencionan las más importantes:

- I. Funcionalidad
- II. Resistencia / Esfuerzo
- III. Distorsión / Deflexión / Rigidez
- IV. Desgaste
- V. Corrosión
- VI. Seguridad
- VII. Confiabilidad
- VIII. Manufacturabilidad
- IX. Utilidad
- X. Costo
- XI. Fricción
- XII. Peso
- XIII. Vida
- XIV. Ruido
- XV. Estilo
- XVI. Forma
- XVII. Tamaño
- XVIII. Control
- XIX. Propiedades térmicas
- XX. Superficie
- XXI. Lubricación
- XXII. Comercialización
- XXIII. Mantenimiento
- XXIV. Volumen
- XXV. Responsabilidad legal
- XXVI. Capacidad de reciclado / Recuperación de recursos

Muchas de estas propiedades están relacionadas directamente con las dimensiones, los materiales, el proceso y el acoplamiento de los diferentes

elementos dentro de un sistema. Muchas de estas propiedades esta relacionadas directamente por lo cual la configuración de una de ellas afecta directamente la configuración de todo el sistema.

2.8.2 Diseño de componentes mecánicos

Hoy en día, los ingenieros tenemos mucha variedad de herramientas y recursos que se encuentran disponibles, muchos a nivel gratuito, para poder facilitar la solución de muchos problemas de diseño. Estas herramientas y recursos pueden ser encontradas en libros de tecnología, así como en catálogos y folletos que los fabricantes ponen a disposición del público en general. Además de esto, la computadora y el internet son el principal medio de información y de obtención de recursos como lo son los softwares gratuitos.

- “Herramientas computacionales: El software para el diseño asistido por computadora (CAD) permite el desarrollo de diseños tridimensionales (3-D) a partir de los cuales pueden producirse vistas ortográficas convencionales en dos dimensiones con dimensionamiento automático. Existe una gran cantidad de software de CAD disponible como Aries, AutoCAD, CadKey, I-Deas, Unigraphics, Solid Works y ProEngineer, sólo por mencionar algunos.

El término ingeniería asistida por computadora (CAE) se aplica generalmente a todas las aplicaciones de ingeniería relacionadas con la computadora. Algunos ejemplos de programas basados en ingeniería para aplicaciones de ingeniería mecánica—software que también podría integrarse dentro de un sistema CAD—son los programas para el análisis del elemento finito (AEF), para el análisis del esfuerzo y la deflexión, la vibración y la transferencia de calor (por ejemplo, Algor, ANSYS y MSC/NASTRAN); programas para la dinámica de fluidos computacional (CFD) para el análisis del flujo de fluidos y la simulación (por ejemplo, CFD++, FIDAP y Fluent); y programas para la simulación de fuerzas dinámicas y el movimiento en mecanismos (por ejemplo, ADAMS, DADS y Working Model).

Entre los ejemplos de aplicaciones asistidas por computadora no específicas para ingeniería pueden mencionarse los programas para el procesamiento de palabras, las hojas de cálculo (por ejemplo, Excel, Lotus y Quattro-Pro), y solucionadores matemáticos (por ejemplo, Maple, MathCad, MATLAB, Mathematica y TKsolver).

Un catedrático es la mejor fuente de información acerca de los programas que es posible obtener y puede recomendar aquellos que son útiles para tareas específicas. Es su responsabilidad asegurar la validez de los resultados, por lo que debe tener cuidado al revisar la aplicación y los resultados, realizar pruebas de calibración introduciendo problemas con soluciones conocidas, y monitorear las noticias de la compañía de software y de los grupos de usuarios.

- Adquisición de información técnica: En la actualidad vivimos en la que ha sido llamada la era de la información, donde ésta se genera a un ritmo sorprendente. Es difícil, pero extremadamente importante, mantenerse al corriente de los desarrollos recientes y actuales de cualquier campo de estudio y ocupación.

Algunas fuentes de información son:

1. Bibliotecas (públicas, universitarias y privadas): Diccionarios y enciclopedias de ingeniería, libros de texto, monografías, manuales, servicios de índices y extractos, revistas, traducciones, informes técnicos, patentes y fuentes/folletos/catálogos de negocios.
2. Fuentes gubernamentales: Departamentos de defensa, comercio, energía y transporte; NASA; Oficina editorial del gobierno; Oficina de patentes y marcas registradas; Servicio de información técnica nacional; Instituto nacional para normas y tecnología.
3. Sociedades profesionales: Sociedad norteamericana de ingenieros mecánicos, Sociedad de ingenieros en manufactura, Sociedad de ingenieros automotrices, Sociedad norteamericana de pruebas y materiales, y la Sociedad norteamericana de soldadura.
4. Vendedores comerciales: Catálogos, literatura técnica, datos de prueba, muestras e información de costos.
5. Internet: La puerta de entrada a la red de computadoras con sitios asociados con la mayoría de las categorías mencionadas anteriormente.

La anterior no es una lista completa. Lo recomendable es explorar las diferentes fuentes de información de manera regular y mantener registros del conocimiento que se obtenga.”

Fuente: Barrios (1955) de <https://instituciones.sld.cu/ihi/metodologia-de-la-investigacion/>

2.8.3 Normas y códigos utilizados

Las normas son el compendio de estándares establecidos para partes, materiales o procesos especificados con el fin de obtener la uniformidad, la eficiencia y la cantidad que se especifica en dichas normas.

Los nombres de las principales organizaciones nos dan las guías de la esencia de las normas o códigos establecidos. Muchas de estas normas y de estos códigos se pueden encontrar en las bibliotecas técnicas disponibles en todo el mundo.

En este caso, las organizaciones que nos competen como ingenieros mecánicos son:


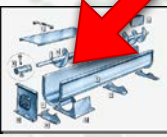





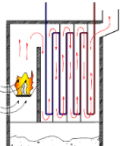

- I. Aluminum Association (AA)
- II. American Iron and Steel Institute (AISI)
- III. American National Standards Institute (ANSÍ)
- IV. ASM International
- V. American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- VI. American Welding Society (AWS)
- VII. British Standards Institution (BSI)
- VIII. Institution of Mechanical Engineers (I. Mech. E.)
- IX. International Bureau of Weights and Measures (BIPM)
- X. International Standards Organization (ISO)
- XI. National Institute for Standards and Technology (NIST)
- XII. Cálculos de conductividad térmica:
- XIII. Norma Chilena Nch 853.EOF71.
- XIV. NORMA TÉCNICA NTP 350.301 PERUANA 2009
- XV. Reglamento de Aparatos a Presión I.T.C. MIE-AP1 – España
- XVI. UNE 12953-3

XVII. UNE-EN 12952-12-2004

2.8.4 Matriz morfológica

La matriz morfológica es el conjunto de especificaciones para partes, materiales o procesos establecidos para así poder llegar a las posibles soluciones y a la selección de las más adecuada.

Tabla 2.1 Matriz morfológica

FUNCION	SOLUCIONES POSIBLES	
	1	2
ALIMENTACION	Manual 	Automática
SISTEMA DE ALIMENTACIÓN	TORNILLO 	SINFIN ASPIRACIÓN NEUMÁTICA 
SISTEMA DE TUBOS	ACUOTUBULAR 	PIROTUBULAR 
DISPOSICIÓN	HORIZONTAL 	VERTICAL 
INTERCAMBIO DE CALOR	LIBRE 	TURBULADORES 

Fuente: Elaboración propia

2.8.5 Lista de exigencias

Tabla 2.2 Lista de exigencias

LISTA DE EXIGENCIA			
PROYECTO:	“Diseño de un prototipo de caldera que usa como combustible biomasa (hueso de aceituna, hueso de palta, cascara de almendras y pellets) aplicado a un sistema de calefacción, para el puesto de salud Imata en la región Altoandina de Arequipa”		
CAMBIOS	Diseño o Selección	EXIGENCIAS	RESPONSABLE
ALIMENTACIÓN	Selección	PROCESAR LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE NECESARIA	Mauricio Aguilar
PARRILLA DE COMBUSTIÓN	Diseño	DIMENSIONAMIENTO REQUERIDO DE ACUERDO CON LA CANTIDAD DE COMBUSTIBLE A QUEMAR	Mauricio Aguilar
ADMISION DE AIRE	Selección	SUMINISTRAR LA CANTIDAD DE AIRE NECESARIA PARA UNA COMBUSTIÓN COMPLETA	Mauricio Aguilar
COMBUSTIÓN DE HUMOS	Diseño	DIMENSIONAMIENTO CORRECTO DE UN ANILLO DE COMBUSTIÓN PARA LA ENTRADA DE AIRE	Mauricio Aguilar
INTERCAMBIO DE CALOR	Diseño	DIMENSIONAMIENTO CORRECTO DE LOS TURBULADORES PARA UN BUEN INTERCAMBIO DE CALOR	Mauricio Aguilar
LIMPIEZA DE LA CAMARA DE COMBUSTION	Diseño y Selección	SISTEMA DE LIMPIEZA CON BALANCINES Y UN MOTOR PASO A PASO PARA TURBULADORES	Mauricio Aguilar
LIMPIEZA DE LA PARRILLA	Diseño	DIMENSIONAMIENTO CORRECTO PARA UN CAJÓN DE CENIZAS	Mauricio Aguilar
SALIDA DE HUMOS	Diseño	DIMENSIONAMIENTO CORRECTO DE UNA CHIMENEA DE ESCAPE	Mauricio Aguilar
AUTOMATIZACIÓN DE LA CALDERA	Selección	AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL DE LA CALDERA	Mauricio Aguilar

Fuente: Elaboración propia

2.8.6 Selección de componentes electrónicos

- Selección de Sonda Lambda: La necesidad de una Sonda Lambda se ve evidenciada al ser este un proyecto de tipo eco amigable y sostenible.

Una sonda lambda, es un tipo de sensor el cual tiene la capacidad de medir los niveles de oxígeno en los gases formados luego del proceso de combustión, esto se hace con la finalidad de poder adaptar la mezcla de aire combustible a un nivel óptimo en el que se logre una correcta combustión y las emisiones contaminantes se vean reducidas.

La sonda lambda seleccionada es la siguiente: Sonda Lambda LSM11B.

Se selecciona este tipo de sensor ya que, de acuerdo con su ficha técnica, cumple con las condiciones de trabajo requeridas en cuanto a presión y temperatura.

Sus datos técnicos son los siguientes:



Figura 2.12: Sonda lambda – Sensor de oxígeno

Fuente: Figura recuperada el (10 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

- Selección de Termostato de Seguridad:

El termostato de seguridad es aquel que interrumpe el funcionamiento de la caldera si la temperatura del agua aumenta hasta una temperatura establecida.

El termostato de seguridad escogido es: Termostato de seguridad para calderas, modelo COINTRA 599000630, importada desde China.



Figura 2.13: Termostato de seguridad

Fuente: Figura recuperada el (10 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

- Selección de sonda térmica:

Para poder medir la temperatura del agua en la caldera, utilizaremos una sonda térmica.

La sonda térmica seleccionada es la siguiente

HP55168 Sonda Térmica Henny Penny Pollo Friggitrice, importada desde China.

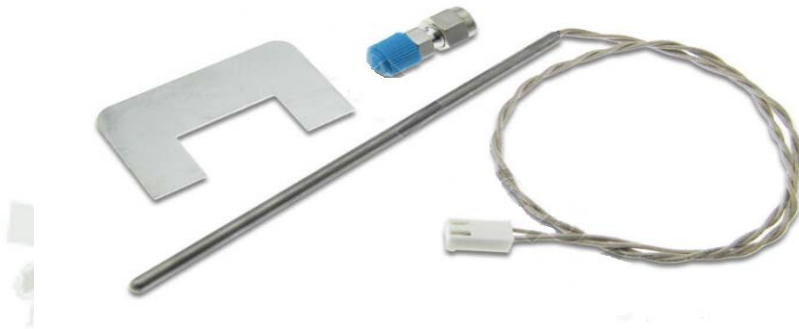


Figura 2.14: Sonda térmica

Fuente: Figura recuperada el (10 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

- Selección de mando de control Touch Tronic:

Debido a la complejidad del sistema, también se requiere de un sistema de control especializado y adecuado al nivel de automatización de la máquina el cual será ensamblado por INDEESAC, empresa limeña de electrónica, instrumentación y automatización con amplia experiencia y años de trayectoria.

El mando de control seleccionado que nos proporcionará la empresa será:

TOUCH - TRONIC



Figura 2.15: Control Touch-Tronic

Fuente: Figura recuperada el (10 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

Gracias a su pantalla táctil de 6" y a su fácil e intuitivo manejo, el usuario podrá realizar las **configuraciones** en la caldera y **conocer el estado de su instalación**.

Configuraciones como los horarios de funcionamiento, las temperaturas objetivo de los depósitos de ACS e inercia, los periodos vacacionales... son configurables y accesibles a través de control **Touch - Tronic**.

También a través de la pantalla, recibirá los **avisos** en caso de que se produzca alguna avería en su caldera, si el nivel de combustible es bajo y de si es necesario vaciar el cenicero.

Figura 2.16: Detalles del Sistema de control Touch-Tronic

Fuente: Figura recuperada el (10 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

- Sonda de humos:

Esta sonda permite controlar la temperatura de la chimenea, y permite el autoencendido de la caldera, además de su regulación para una correcta combustión.

La sonda de humos seleccionada es la siguiente:

SONDA DE HUMOS. REF 002000564

Importada desde China.



Figura 2.17: Sonda de humos

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

- Sonda exterior de caldera:

“Este tipo de sonda la utilizaremos de manera externa para poder controlar la temperatura de la caldera frente a la temperatura exterior del recinto, de esa manera, la temperatura en el interior se auto nivelará y se ajustará de acuerdo con las condiciones externas que se presenten.”

Fuente: (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

La sonda externa seleccionada es:

Gabarrón MATTIRA 90000088



Figura 2.18: Sonda externa de caldera

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

2.8.7 Selección de componentes eléctricos

- Selección de resistencia cerámica de encendido:

Para este proyecto, se requiere de una resistencia cerámica de encendido para iniciar el proceso de combustión de la biomasa.

De acuerdo con las necesidades de combustión, presión y temperatura se seleccionó la siguiente resistencia cerámica.

Resistencia cerámica PIAZZETTA

Sus datos técnicos son los siguientes:

1. La resistencia tiene un diseño hecho para encajar en la mayoría de las estufas, calderas de pellets de madera. Sin brida o rosca 3/8'', elija la forma más fácil para su dispositivo
2. La resistencia de cerámica puede soportar más de 90.000 ciclos de encendido.
3. Consume una fracción de la energía de las resistencias.
4. Mayor durabilidad (El material cerámico no se degrada).
5. Tiempo de ignición entre 60-90.
6. Fácil de instalar.
7. Temperatura de hasta 1000°C.
8. Componentes eléctricos completamente aislados. Ningún contacto eléctrico expuesto.
9. Cableado con certificación UL/CE (cable resistente al calor 200 a 500°C)

10. Resistente a la oxidación y a la corrosión.

11. Cumple con las regulaciones RoHS, REACH sobre sustancias peligrosas.



Figura 2.19: Resistencia cerámica

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

- Selección de motor para tornillo sin fin:

En el caso del tornillo sin fin, se necesitará un motor con reductor para así poder adecuar la velocidad del tornillo sin fin.

El motor seleccionado para el tornillo sin fin es:

GEAR PCC MOTORREDUCTOR CON TORNILLO SIN FIN



Figura 2.20: Motorreductor para tornillo sin fin

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

2.8.8 Selección de válvulas y accesorios

- Selección de válvula antirretorno de llama:

Una manera de asegurar que la llama de ignición no retorne hacia el silo de contención de biomasa es con una válvula antirretorno de llama, con esto, la presente caldera ofrecerá la seguridad necesaria que se requiere.

La válvula seleccionada es la siguiente.

Válvula antirretorno de llama Hargassner y será importada desde España.



Figura 2.21: Válvula antirretorno de llama

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

Válvula antirretorno de llama

Seguridad 100% frente al retorno de llama

La válvula antirretorno de llamas es un sistema de seguridad que incorporan las calderas de pellets Hargassner.

A través de esta **válvula rotatoria**, caen los pellets de manera constante y controlada al sinfín de alimentación que los transporta directamente hasta la cámara de combustión.

Su finalidad es la de **dosificar con precisión el combustible y asegura una protección total** frente al retorno de llama desde la cámara de combustión hasta el depósito de combustible.

Toda la gama de calderas de pellet incorpora de serie la válvula antirretorno.

Figura 2.22: Detalles técnicos de válvula antirretorno de llama

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

- Selección de bomba centrífuga:

Para la alimentación de agua hacia el tanque colector de la caldera, será necesario contar con 01 bomba centrífuga de 01 HP que fue seleccionada de acuerdo con las necesidades de potencia y caudal.

La bomba seleccionada es:

PENTAX Bomba Centrífuga 1 HP

Electrobomba centrífuga. Cuerpo de hierro fundido, impulsor de noryl, eje de acero inoxidable y sello mecánico de cerámica grafito. Clase aislamiento F. Grado de protección IP44. Temperatura 0-50°C. Importada por SODIMAC – PERÚ.



Figura 2.23: Bomba de 1 HP

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.sodimac.com/>

- Selección de bomba de retorno mezcladora:
Para el circuito de retorno se necesita una bomba de agua de circulación.
De acuerdo con el flujo la bomba seleccionada es la siguiente:
Bomba de circulación de agua caliente de caldera silenciosa de circulación de calefacción central de 3 velocidades de 220 V – 2.
Importada por Sodimac Perú.



Figura 2.24: Bomba mezcladora, de recirculación.

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.sodimac.com/>

- Selección del depósito de inercia:

Con la consigna de que este proyecto sea amigable con el medio ambiente, se busca aprovechar toda la energía generada que sea posible, para lo cual, se está seleccionando un depósito de inercia el cual permitirá calentar un suministro de agua sanitaria y así aprovechar toda la cantidad de energía térmica generada que sea posible.

En este caso, la empresa INGEVAP S.A.C. será la encargada de fabricar el depósito de inercia de acuerdo con las especificaciones que nuestro sistema requiere, la presente empresa peruana, cuenta con amplia experiencia además de tener muchos años en el mercado.

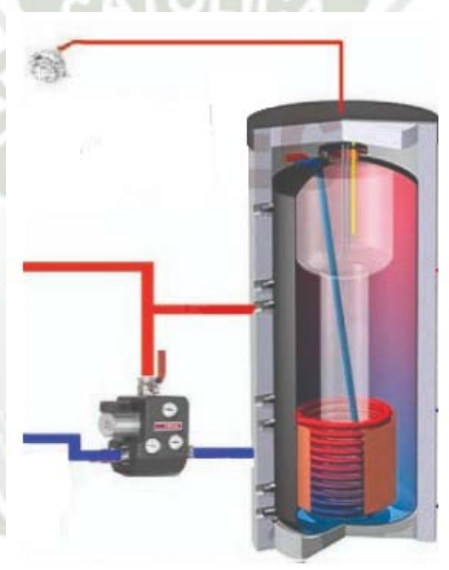


Figura 2.25: Depósito de inercia

Fuente: Figura recuperada el (12 de julio del 2020) de <https://www.aliexpress.com/>

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

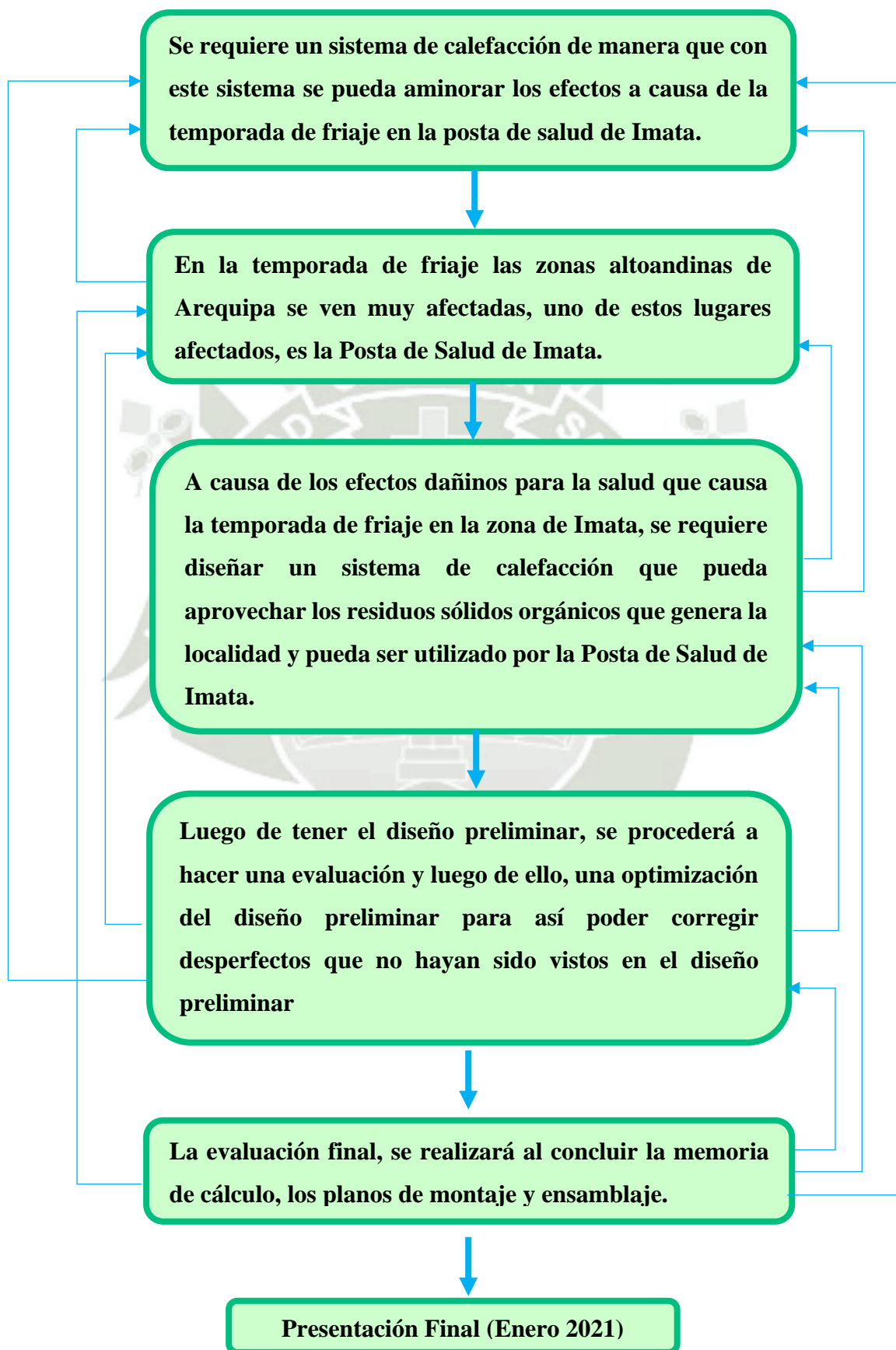
3.1 TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

El presente proyecto de tesis es en síntesis un estudio de investigación tecnológica y está orientado al diseño de una caldera de biomasa, así como al diseño de un sistema calefactor para una posta médica en una zona donde el friaje es un problema de todos los años.



3.1.2 Diseño de la investigación



3.2 HIPÓTESIS

Dado que existen residuos sólidos orgánicos como el hueso de aceituna, hueso de palta y cáscaras de almendras que poseen gran poder calorífico, es posible que se pueda aprovechar estos recursos como combustible de una caldera de biomasa, la cual será parte de un sistema de calefacción que beneficiará a la población vulnerable en temporada de friaje, que acuda al centro de salud de Imata.

3.3 VARIABLES

En este proyecto aprovecharemos el canal de aducción ya existente. Lo que si comprobaremos será la velocidad que este tiene para cerciorar que el diseño es el correcto.

Tabla 3.1 Variables

VARIABLES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICION
<ul style="list-style-type: none"> Poder calorífico de cada uno de los combustibles. 	<p>a. Temperatura generada por cada uno de los diferentes combustibles.</p>	<p>a. Ordinal</p>
<ul style="list-style-type: none"> Eficiencia de la caldera con cada uno de los combustibles. 	<p>b. Tiempo determinado en combustión vs Cantidad de combustible consumido.</p>	<p>b. Ordinal</p>
<ul style="list-style-type: none"> Eficiencia de la caldera. 	<p>c. Cantidad de calor generado en un tiempo determinado.</p>	<p>c. Razón</p>

Fuente: Elaboración propia

3.3.1 Variables independientes

Poder calorífico de cada uno de los combustibles:

Temperatura generada por cada uno de los diferentes combustibles.

3.3.2 Variables dependientes

Eficiencia de la caldera:

Cantidad de calor generado en un tiempo determinado.

Eficiencia de la caldera con cada uno de los combustibles:

Tiempo determinado en combustión vs Cantidad de combustible consumido.

3.4 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1 Inductivo

La presente investigación busca llegar al diseño de una caldera que utiliza como combustible biomasa, así como el diseño de un sistema de calefacción para aminorar los efectos del friaje en la Posta de Salud de Imata.

3.4.2 Analítico

En la presente investigación se busca desarrollar un diseño adecuado para la caldera de biomasa y el sistema de calefacción que permita aprovechar los residuos sólidos orgánicos de la localidad y así ser económicamente viable además de generar una menor emisión de gases contaminantes y ser un equipo amigable con el ambiente.

3.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

3.5.1 Observación

En esta investigación, se busca diseñar una caldera que funcione con residuos orgánicos y que sirva como medio de calefacción para la posta de salud de Imata, además se busca que la caldera sea ecológica y no tenga emisiones contaminantes.

3.5.2 Análisis de documentos

En esta investigación, se analizará tesis relacionadas con sistemas de calefacción y diseño de calderas, además se usarán textos de diseño de elementos mecánicos, diseño de máquinas, termodinámica, transferencia de calor y suministros energéticos.

3.6 DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

3.6.1 Levantamiento de información

Se tomará un texto guía sobre el diseño de calderas a base de combustibles en forma de biomasa para el diseño básico de nuestra máquina y se buscará perfeccionar los diseños existentes en el mercado.

3.6.2 Diseño del sistema

A su vez, se realizará el diseño de un sistema de calefacción y se buscará perfeccionarlo, así como se buscará perfeccionar el diseño de la caldera de biomasa con las nuevas tecnologías existentes.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1 Análisis cuantitativo

En esta investigación, se busca desarrollar el diseño de una caldera que permita generar vapor y alimentar a un sistema de calefacción usando como combustible biomasa, para poder suministrar energía térmica al local de la posta de salud de Imata, el cual cuenta con un monoambiente de 50 m² y está ubicado a una altitud de 4780 m.s.n.m.

3.7.2 Análisis cualitativo

La siguiente investigación recolecta la información pertinente para poder evaluar la viabilidad de este proyecto, el beneficio socioeconómico que tendría para la localidad donde se realizará y los beneficios que tendría para el ambiente al utilizar como combustible algunos residuos sólidos orgánicos.

CAPÍTULO IV

4. EVALUACIÓN DE LA DEMANDA

4.1 INTRODUCCIÓN

En este capítulo, vamos a poder visualizar los resultados de los diferentes cálculos que requiere el diseño de una caldera como por ejemplo son, el cálculo de flujo de agua, flujo de vapor, flujo de humos producidos por la combustión, cálculo de la cantidad de tubos a utilizar, cálculo de separación de tubos, cálculo de dimensionamiento de cámara de combustión, dimensionamiento de equipo, cálculo de espesores de carcasa, cálculo de potencia de la caldera, cálculo de la eficiencia de la caldera por mencionar algunos de los cálculos los cuales nos ayudaran a tener una mejor eficiencia de nuestra máquina.

Todos estos cálculos fueron realizados con el programa MS EXCEL y son de carácter dinámico, es decir, se pueden variar los datos de entrada y los resultados variarán automáticamente, facilitando el cambio en los datos de entrada y agilizando el diseño de nuestra máquina.

4.2 CÁLCULO DE EQUIPOS EN INSTALACIONES TÉRMICAS

4.2.1 Cálculos sistema de calefacción en posta de salud de Imata

Tabla 4.1 Datos para cálculo de sistema de calefacción

Datos geograficos y climatologicos		
Descripcion	Medicion	Unidad
Humedad	70%	
Pollen	0.000	
Amanecer	05:00:00	
Atardecer	18:00:00	
Indice UV	6.000	
Presion	100.81	kPa
T _{min.} exterior	-5.000	°C
T _{min.} interior	-2.000	°C
Velocidad del viento	9.720	m/s
Punto de rocío	-10.000	°
T _{min.} requerida	25.000	°C
Cantidad de personas al día	25.000	
Área neta para casa de fuerza (Sala de calderas)	3.6 * 4.0	m ²

Fuente: Elaboración propia

4.2.2 Áreas Para Considerar En El Cálculo De Potencia

Tabla 4.2 Áreas para considerar en el cálculo de potencia

	UBICACIÓN	AMBIENTE	ÁREA	UNIDAD	CALEFACCIÓN
PRIMERA PLANTA	1	SALA DE ESPERA	27.188	m ²	Si
	2	ENFERMERIA	15.000	m ²	Si
	3	FARMACIA	15.000	m ²	Si
	4	TOPICO	15.000	m ²	Si
	5	SALA DE OBSERVACION / RECUPERACION	15.000	m ²	Si
	6	MEDICINA	15.000	m ²	Si
	7	OBSTETRICIA	15.000	m ²	Si
	8	CONSULTORIO DE ODONTOLOGÍA	14.400	m ²	Si
	9	CONSULTORIO 1	14.400	m ²	Si
	10	CONSULTORIO 2	14.400	m ²	Si
	11	ALMACEN	14.400	m ²	Si
	12	SALA DE MATERNIDAD	40.000	m ²	Si
SEGUNDA PLANTA	13	DORMITORIO 1	14.400	m ²	Si
	14	DORMITORIO 2	14.400	m ²	Si
	15	DORMITORIO 3	14.400	m ²	Si
			257.988	m ²	Total de área
			386.981	m ²	Total de área - Altura 3m

Fuente: Elaboración propia

4.2.3 Cálculos previos

Cálculo de resistencia a la convección interior (R_{si})

$$R_{si} = \frac{1}{h_i} \dots (Ec. 1)$$

$$R_{si} = 0.120 \frac{m^2 * K}{W}$$

$$h_i = \frac{1}{0.120}$$

$$h_i = 8.3333 \frac{W}{m^2 * K}$$

Donde:

R_{si} : Resistencia a la convección interior.

h_i : Coeficiente para flujos de calor interior

Cálculo de resistencia a la convección exterior (R_{se})

$$R_{se} = \frac{1}{h_e} \dots (Ec. 2)$$

$$h_e = 7.15 * v^{0.78} \dots (Ec. 3)$$

$$h_e = 7.15 * 0.15$$

$$h_e = 42.139$$

$$R_{se} = \frac{1}{42.139}$$

$$R_{se} = 0.024 \frac{m^2 * K}{W}$$

Donde:

R_{se} : Resistencia a la convección exterior.

h_e : Coeficiente para flujos de calor exterior

Tabla 4.3 Valores de orientación al sol (A)

Tabla valores de orientación al sol (A)	
Norte	1.12
Sur	0.92
Este	1
Oeste	1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 Valores de aislamiento (B)

Tabla valores de aislamiento (B)	
Buen aislamiento	0.93
Aislamiento sencillo	1
Sin aislamiento	1.1

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.5 Valores climatológicos (C)

Tabla valores climatológicos (C)		
Zona A	0.88	Mayor a 5°C
Zona B	1.19	0°C a 5°C
Zona C	1.57	-5°C a 0°C
Zona D	1.84	-10°C a -5°C
Zona E	2.05	Mayor a -10 °C

Fuente: Elaboración propia

Mapa de temperaturas mínimas percentil 10 – Mes de julio (1981 – 2020)

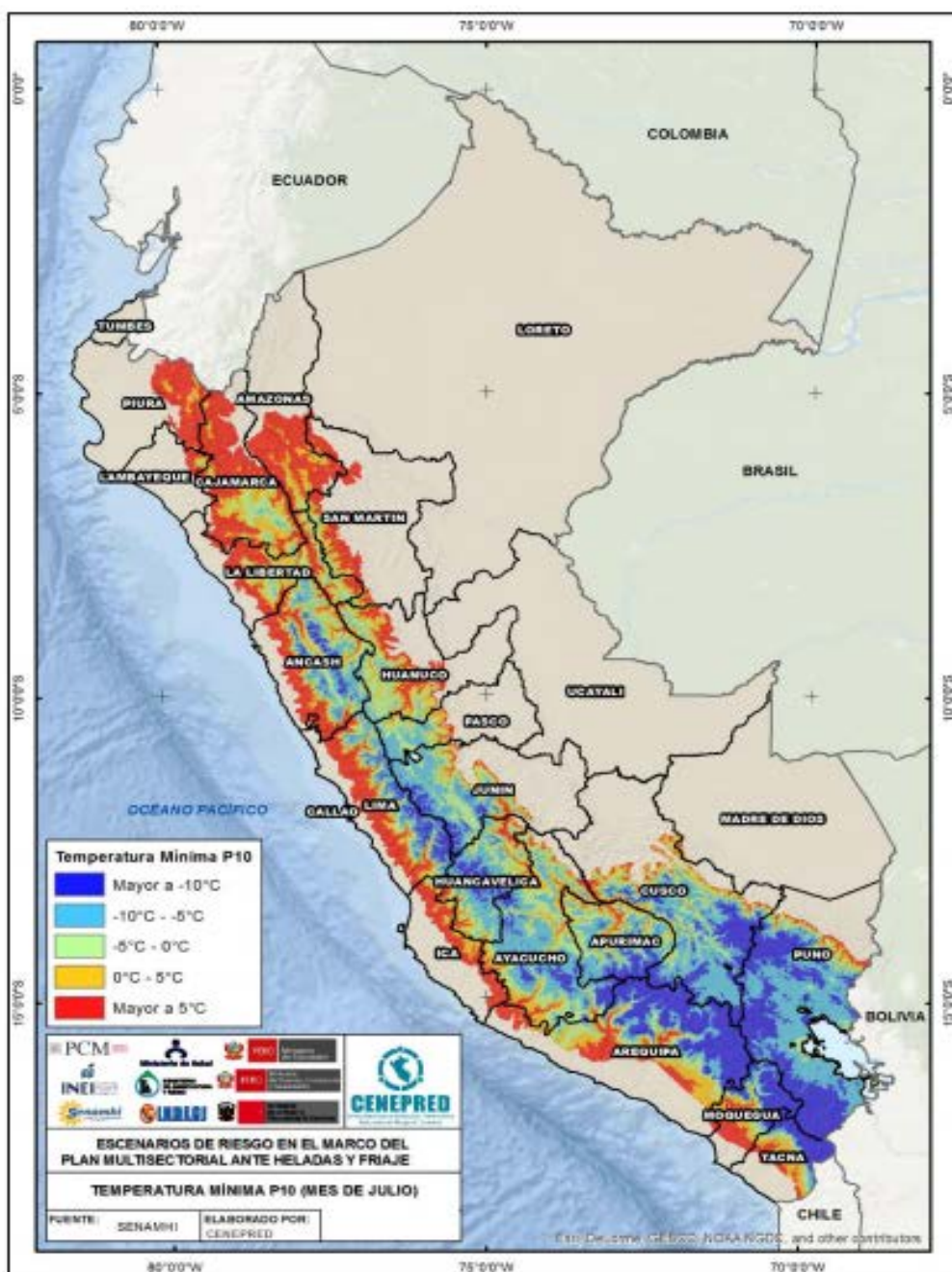


Figura 4.1: Mapa zonas de friaje en Perú

Fuente: Figura recuperada el (15 de julio del 2020) de <https://www.senamhi.gob.pe/>

Tabla 4.6 Coeficientes por características del área

Orientacion norte	1.120
Clima frío extremo (Zona E)	2.050
Vivienda sin aislamiento	1.100

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de potencia requerida aproximada (P)

$$P = A * B * C * D * 85 \dots (Ec. 4)$$

$$P = 83075.58683 W$$

$$P = 83.076 kW$$

Donde:

A: Coeficiente de orientación al sol.

B: Coeficiente por zona climática

C: Coeficiente por aislamiento.

D: Área total del ambiente

4.2.4 Datos De Conductividad Térmica De La Posta De Salud Imata

- Características constructivas: Estancias conformadas por albañilería confinada, ladrillo, revestimiento de estuco interior y exterior, piso conformado por concreto armado de 10cm de espesor. El techo está conformado por albañilería confinada, ladrillo, revestimiento de estuco interior y exterior.
Puertas de madera.
Ventanas de 8 mm de espesor.
- Características de las paredes: Tanto las paredes exteriores como las paredes interiores están conformadas por ladrillo y revestimiento de estuco interior y exterior.

Tabla 4.7 Características térmicas de las paredes

N°	MATERIAL	ESPESOR	UNIDAD	CONDUCTIVIDAD TERMICA	UNIDAD	RESISTENCIA TERMICA	UNIDAD
1	Estuque	0.025	m	0.840	W/m*k	0.030	(m ² *k)/W
2	Ladrillo	0.15	m	0.520	W/m*k	0.288	(m ² *k)/W
3	Estuque	0.025	m	0.840	W/m*k	0.030	(m ² *k)/W
						0.348	ΣRk

Fuente: Elaboración propia

Resistencia térmica de las paredes

$$R_{total} = R_{si} + \Sigma_{RK} + R_{se} \dots (Ec. 5)$$

$$R_{total} = 0.120 + 0.348 + 0.024$$

$$R_{Total} = 0.492 \frac{m^2 * K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{Total}} \dots (Ec. 6)$$

$$U = \frac{1}{0.492}$$

$$U = 2.034 \frac{W}{m^2 * K}$$

Donde:

R_{total} : Resistencia térmica total.

Σ_{RK} : Sumatoria de resistencia en materiales.

U: Transmitancia térmica.

- Características de las ventanas: Las ventanas son de 3 hojas, están conformadas por marcos de aluminio y vidrios con espesor de 8 mm.

Resistencia térmica de las ventanas

$$R_k = \frac{0.008}{1.200} \dots (Ec. 7)$$

$$R_k = 0.007 \frac{m^2 * K}{W}$$

Transmitancia térmica de las ventanas

$$R_{total} = \frac{R_{si} + \Sigma_{RK} + R_{se}}{h_i} \dots (Ec. 8)$$

$$R_{total} = 0.120 + 0.024 + 0.008$$

$$R_{Total} = 0.150 \frac{m^2 * K}{W}$$

$$U = \frac{1}{R_{Total}} \dots (Ec. 9)$$

$$U = \frac{1}{0.150}$$

$$U = 6.649 \frac{W}{m^2 * K}$$

- Características de las puertas interiores: Las puertas interiores tienen marcos de madera de pino y son contra placadas, sus dimensiones son de 1m x 2 m.

Resistencia térmica de las puertas interiores

$$R_{total} = \frac{R_{si} + \Sigma_{RK} + R_{se}}{h_i} \dots (Ec. 10)$$

$$R_{total} = 0.120 + 0.024 + 0.198$$

$$R_{Total} = 0.341 \frac{m^2 * K}{W}$$

Transmitancia térmica de las puertas interiores

$$U = \frac{1}{R_{Total}} \dots (Ec. 11)$$

$$U = \frac{1}{0.341}$$

$$U = 2.930 \frac{W}{m^2 * K}$$

- Características de las puertas exteriores: Las puertas exteriores tienen marco de madera de pino y son macizas de 1.5 m x 2 m.

Resistencia térmica de las puertas exteriores

$$R_{total} = \frac{R_{si} + \Sigma_{RK} + R_{se}}{h_i} \dots (Ec. 12)$$

$$R_{total} = 0.120 + 0.024 + 0.196$$

$$R_{Total} = 0.339 \frac{m^2 * K}{W}$$

Transmitancia térmica de las puertas exteriores

$$U = \frac{1}{R_{Total}} \dots (Ec. 13)$$

$$U = \frac{1}{0.339}$$

$$U = 2.947 \frac{W}{m^2 * K}$$

- Características del techo: Tanto el lado exterior como el lado interior están conformados por ladrillo y revestimiento de estuco interior y exterior.

Características térmicas del techo

$$R_{total} = \frac{R_{si} + \Sigma_{RK} + R_{se}}{h_i} \dots (Ec. 14)$$

$$R_{total} = 0.120 + 0.024 + 0.348$$

$$R_{Total} = 0.492 \frac{m^2 * K}{W}$$

Transmitancia térmica del techo

$$U = \frac{1}{R_{Total}} \dots (Ec. 15)$$

$$U = \frac{1}{0.492}$$

$$U = 2.034 \frac{W}{m^2 * K}$$

- Características del piso: Todas las habitaciones del local donde se instalará radiadores de vapor se ha utilizado un piso machihembrado de 8 mm. de espesor, instalado sobre una espuma niveladora de 2 mm. de espesor, todo esto sobre una capa de concreto armado de 10 cm.

Tabla 4.8 Características térmicas del piso

N°	MATERIAL	ESPESOR	UNIDAD	CONDUCTIVIDAD TERMICA	UNIDAD	RESISTENCIA TERMICA	UNIDAD
1	Machihembrado	0.008	m	0.200	W/(m*k)	0.040	m2*k/W
2	Espuma niveladora	0.002	m	0.025	W/(m*k)	0.080	m2*k/W
3	Concreto armado	0.100	m	1.750	W/(m*k)	0.057	m2*k/W
						0.177	ΣRk
	Rsi piso=	0.17	Según Norma Chilena Nch853			Flujo descendente en	
	Rse piso=	0.17	Tabla 2			elementos horizontales	

Fuente: Elaboración propia

Resistencia térmica del piso

$$R_{total} = \frac{R_{si} + \Sigma_{RK} + R_{se}}{h_i} \dots (Ec. 16)$$

$$R_{total} = 0.17 + 0.17 + 0.177$$

$$R_{Total} = 0.517 \frac{m^2 * K}{W}$$

Tabla 4.9 Resistencia térmica del piso

Transmitancia térmica lineal en pisos		Unidad
K_l	1.2	W/(m ² *k)
Según tabla 4 Norma Chilena Nch853		

Fuente: Elaboración propia



4.2.5 Consideraciones Finales Para Cálculo De Capacidad De Equipos De Calefacción

Tabla 4.10 Capacidad de calefacción del equipo

UBICACIÓN	AMBIENTE	ÁREA	UNIDAD	DIFERENCIA DE TEMPERATURA REQUERIDA	UNIDAD	PERDIDAS DE CALOR POR AIRE FILTRADO	UNIDAD	PERDIDAS DE CALOR TRANSFERIDO	UNIDAD
1	SALA DE ESPERA	120.375	m2	25	°C	1364.813	W	5473.637	W
2	ENFERMERIA	81.6	m2	25	°C	753.000	W	3936.750	W
3	FARMACIA	76.5	m2	25	°C	662.640	W	3583.494	W
4	TOPICO	76.5	m2	25	°C	753.000	W	3692.707	W
5	SALA DE OBSERVACION / RECUPERACION	76.5	m2	25	°C	753.000	W	3692.707	W
6	MEDICINA	76.5	m2	25	°C	753.000	W	3624.069	W
7	OBSTETRICIA	76.5	m2	30	°C	903.600	W	4471.098	W
8	CONSULTORIO DE ODONTOLOGÍA	74.4	m2	25	°C	722.880	W	3604.849	W
9	CONSULTORIO 1	74.4	m2	30	°C	722.880	W	3538.958	W
10	CONSULTORIO 2	74.4	m2	25	°C	722.880	W	3604.849	W
11	ALMACEN	74.4	m2	25	°C	722.880	W	3604.849	W
12	SALA DE MATERNIDAD	150	m2	30	°C	2008.000	W	8983.779	W
13	DORMITORIO 1	74.4	m2	25	°C	722.880	W	3640.865	W
14	DORMITORIO 2	74.4	m2	25	°C	722.880	W	3574.973	W
15	DORMITORIO 3	74.4	m2	25	°C	722.880	W	3640.865	W
		1255.275	m2			13011.213	W	62668.449	W
						13.011	kW	62.668	kW

Fuente: Elaboración propia

4.2.6 Resumen Cálculos Para La Carga Térmica Del Sistema De Calefacción

Capacidad de calefacción del equipo

$$Q_{equipo} = \sum U_i * A_i * \Delta T_i * (1 + S_o + S_1) + Q_{aire} * (R * H * S_2) \dots (Ec. 17)$$

$$P_{media} = \frac{\sum U_i * A_i * \Delta T_i}{\sum A_i * \Delta T_i} \dots (Ec. 18)$$

Tabla 4.11 Modo del servicio de calefacción

MODO DEL SERVICIO DE CALEFACCIÓN	VALORES DEL SUPLEMENTO S_o			
	PERMEABILIDAD TERMICA MEDIA P_m (W/m ² *k)			
	0.11 a 0.34	0.35 a 0.81	0.82 a 1.74	>1.75
1. REDUCCION DE LA POTENCIA DURANTE LA NOCHE	0.070	0.070	0.070	0.070
2. INTERRUPCION DURANTE 9 A 12 HORAS	0.200	0.150	0.150	0.150
3. INTERRUPCION DURANTE 12 A 16 HORAS	0.300	0.250	0.200	0.150

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.12 Cálculo del suplemento S1

3.- Suplemento S1									
Tabla 7 - Suplemento S1 por orientación									
ORIENTACION	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	
SUPLEMENTO S1		-0.05	-0.05	0	0.05	0.05	0.05	0	-0.05

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.13 Cálculo del suplemento S2

4.- Suplemento S2		
S2=	1.2	Para recintos en esquinas con puertas o ventanas en el vertice.
S2=	1	Para el resto de recintos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.14 Cálculo del suplemento R

5.- Suplemento R			
Tabla 9 - Suplemento R			
Ventanas de	Puertas interiores		R
	No hermeticadas	hermeticadas	
Madera y material sintético.	$A_v/A_p < 3$	$A_v/A_p < 1.5$	0.9
	$3 \leq A_v/A_p \leq 9$	$1.5 \leq A_v/A_p \leq 3$	0.7
Metal	$A_v/A_p < 6$	$A_v/A_p < 2.5$	0.9
	$6 \leq A_v/A_p \leq 20$	$2.5 \leq A_v/A_p \leq 6$	0.7
A_v=Superficie, m², de ventanas exteriores.			
A_p=Superficie, m², de puertas interiores.			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.15 Cálculo del suplemento H

6.- Suplemento H			
Tabla 10 - Coeficiente característico del edificio, H			
Localidad	Situación	Casa de fila	Casa independiente
		H, $\text{kJ} * \text{Pa}^{2/3} / (\text{m}^3 * \text{K})$	
Normal	Protegida	0.240	0.340
	Despejada	0.410	0.580
	Extraordinariamente despejada	0.600	0.840
De vientos intensos	Protegida	0.410	0.580
	Despejada	0.600	0.840
	Extraordinariamente despejada	0.820	1.130

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.16 Resumen de cálculo de potencia por ambiente

UBICACIÓN	AMBIENTE	POTENCIA MEDIA	TIPO DE TRABAJO	SUPLEMENTO So	SUPLEMENTO S1	SUPLEMENTO S2	SUPLEMENTO R	SUPLEMENTO H	CAPACIDAD DE CALEFACCION DEL EQUIPO (W)	UNIDAD	CAPACIDAD DE CALEFACCION DEL EQUIPO (kW)	UNIDAD	
1	SALA DE ESPERA	1.819	12 Horas	0.150	0.050	1.000	0.900	1.130	7956.379	W	7.956	kW	
2	ENFERMERIA	1.930	Continuo	0.070	0.000	1.000	0.900	0.840	4781.590	W	4.782	kW	
3	FARMACIA	1.874	12 Horas	0.150	0.000	1.000	0.900	0.840	4621.974	W	4.622	kW	
4	TOPICO	1.931	12 Horas	0.150	0.050	1.000	0.900	0.840	5000.516	W	5.001	kW	
5	SALA DE OBSERVACION	1.931	Continuo	0.070	0.000	1.000	0.900	0.840	4520.464	W	4.520	kW	
6	MEDICINA	1.895	12 Horas	0.150	0.000	1.000	0.900	0.840	4736.948	W	4.737	kW	
7	OBSTETRICIA	1.948	Continuo	0.070	0.000	1.000	0.900	0.840	5467.196	W	5.467	kW	
8	CONSULTORIO DE ODONTOLOGÍA	1.938	12 Horas	0.150	-0.050	1.000	0.900	0.840	4511.831	W	4.512	kW	
9	CONSULTORIO 1	1.586	12 Horas	0.150	0.000	1.000	0.900	0.840	4616.299	W	4.616	kW	
10	CONSULTORIO 2	1.938	12 Horas	0.150	0.000	1.000	0.900	0.840	4692.074	W	4.692	kW	
11	ALMACEN	1.938	12 Horas	0.150	-0.050	1.000	0.900	0.840	4511.831	W	4.512	kW	
12	SALA DE MATERNIDAD	1.996	Continuo	0.070	-0.050	1.000	0.900	1.130	11205.591	W	11.206	kW	
13	DORMITORIO 1	1.957	Continuo	0.070	0.000	1.000	0.900	1.130	4630.894	W	4.631	kW	
14	DORMITORIO 2	1.922	Continuo	0.070	0.000	1.000	0.900	1.130	4560.390	W	4.560	kW	
15	DORMITORIO 3	1.957	Continuo	0.070	-0.050	1.000	0.900	1.130	4448.851	W	4.449	kW	
									Total	80262.829	W	80.263	kW

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.17 Resumen de cálculo de potencia media total

UBICACIÓN	AMBIENTE	ÁREA	UNIDAD	CAPACIDAD DE CALEFACCION DEL EQUIPO	UNIDAD	CAPACIDAD DE CALEFACCION DEL EQUIPO (kW)	UNIDAD	TASA DE CALEFACCION (W/m ²)	UNIDAD	TASA DE CALEFACCION (Kw/m ²)	UNIDAD
1	SALA DE ESPERA	120.375	m2	7956.379	W	7.956	kW	66.097	W/m ²	0.066	kW/m ²
2	ENFERMERIA	81.6	m2	4781.590	W	4.782	kW	58.598	W/m ²	0.059	kW/m ²
3	FARMACIA	76.5	m2	4621.974	W	4.622	kW	60.418	W/m ²	0.060	kW/m ²
4	TOPICO	76.5	m2	5000.516	W	5.001	kW	65.366	W/m ²	0.065	kW/m ²
5	SALA DE OBSERVACION	76.5	m2	4520.464	W	4.520	kW	59.091	W/m ²	0.059	kW/m ²
6	MEDICINA	76.5	m2	4736.948	W	4.737	kW	61.921	W/m ²	0.062	kW/m ²
7	OBSTETRICIA	76.5	m2	5467.196	W	5.467	kW	71.467	W/m ²	0.071	kW/m ²
8	CONSULTORIO DE ODONTOLOGÍA	74.4	m2	4511.831	W	4.512	kW	60.643	W/m ²	0.061	kW/m ²
9	CONSULTORIO 1	74.4	m2	4616.299	W	4.616	kW	62.047	W/m ²	0.062	kW/m ²
10	CONSULTORIO 2	74.4	m2	4692.074	W	4.692	kW	63.066	W/m ²	0.063	kW/m ²
11	ALMACEN	74.4	m2	4511.831	W	4.512	kW	60.643	W/m ²	0.061	kW/m ²
12	SALA DE MATERNIDAD	150	m2	11205.591	W	11.206	kW	74.704	W/m ²	0.075	kW/m ²
13	DORMITORIO 1	74.4	m2	4630.894	W	4.631	kW	62.243	W/m ²	0.062	kW/m ²
14	DORMITORIO 2	74.4	m2	4560.390	W	4.560	kW	61.296	W/m ²	0.061	kW/m ²
15	DORMITORIO 3	74.4	m2	4448.851	W	4.449	kW	59.796	W/m ²	0.060	kW/m ²
		1255.275	m2	80262.829	W	80.263	kW	Total			

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO V

5. INGENIERÍA DE DETALLE DEL PROYECTO

5.1 CÁLCULO DEL SISTEMA DE GENERACIÓN DE VAPOR

5.1.1 Cálculo de diseño de la caldera

Tabla 5.1 Datos para cálculo del diseño de la caldera.

Datos:				
PCIaceituna=	16128 kJ/kg	4.480 kWh/kg	3554.62737 kcal/Nm ³	
PCSaceituna=	17899.2 kJ/kg	4.972 kWh/kg	3945.00162 kcal/Nm ³	
Pnominal caldera=	80262.829 W	80.263 kW	288946.185 kJ/h	
Pneta caldera=	76249.688 W	76.250 kW	274498.875 kJ/h	
Eficiencia de la caldera=	95.000 %	0.950		
Moles de Aire	28.920 kg Aire/mol			
Moles de C ₆ H ₁₀ O ₅	162.000 kg C ₆ H ₁₀ O ₅ /mol			
Factor de corrección para el exceso de aire por combustion deficiente.	1.200			
Coefficiente de liberación de calor del combustible. (I _v)	0.14 (kJ/m ³)*h			
Pd=	10 bar	1 Nm/mm ²		
Ppp=	1.5 Nm/mm ²			
Tv=	200 °C			
Tc=	200 °C			
Taa=	5 °C			
Tec=	70 °C			
Ts=	179.9 °C			
Cesp agua=	4.186 kJ/(kg*°C)			
Coefficiente de soldadura (v)=	0.85			
Taire=	10 °C			
Tzona de radiacion	1000 °C			
Cesp aire=	0.241 kcal/(m ³ *°C)			
h _e =	293.02 kJ/kg			
h _s =	2827.9 kJ/kg			
Cesp gases=	1.508 kJ/(m ³ *°C)			
Umaterial=	169 kJ/(h*m*°C)			

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Proceso de Combustión

Cálculos para el flujo másico de combustible

$$\dot{m}_c = \frac{P_U}{\eta * PCI} * 3600 \dots (Ec. 19)$$

$$\dot{m}_c = \frac{80}{0.95 * 4.48} * 3600$$

$$\dot{m}_c = 188.587 \frac{kg}{h}$$

5.1.3 Poder calorífico del combustible

Tabla 5.2 Cálculos para balance de combustible

$C_6H_{10}O_5$
$C_6H_{10}O_5 + O_2 + 3.76N_2 \rightarrow CO_2 + H_2O + 3.76N_2$
$C_6H_{10}O_5 + 6 * (O_2 + 3.76N_2) \rightarrow 6CO_2 + 5H_2O + 22.56N_2$

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Relación Aire – Combustible Teórica

Cálculos para hallar la relación aire – combustible teórico

$$\left(\frac{A}{C}\right)_T = 28.56 \left(\frac{\text{Moles de Aire}}{\text{Moles de } C_6H_{10}O_5}\right) * \left(\frac{28.92 \left(\frac{Kg_{aire}}{mol}\right)}{162 \left(\frac{Kg_{C_6H_{10}O_5}}{mol}\right)}\right) \dots (Ec. 20)$$

$$\left(\frac{A}{C}\right)_T = 5.098 \frac{Kg_{aire}}{Kg_{C_6H_{10}O_5}}$$

5.1.5 Corrección Del 20% De Exceso De Aire Para La Combustión Que No Es Eficiente Al 100%

Cálculos para la corrección del exceso de aire

$$\left(\frac{A}{C}\right)_T = 5.098 \frac{Kg_{aire}}{Kg_{C_6H_{10}O_5}} * 20\% \dots (Ec. 21)$$

$$\left(\frac{A}{C}\right)_T = 6.118 \frac{kg_{aire}}{kg_{C_6H_{10}O_5}}$$

5.1.6 Flujo Másico De Aire

Cálculos para el flujo másico de aire

$$\dot{m}_{aire} = \dot{m}_c * \left(\frac{A}{C}\right)_R \dots (Ec. 22)$$

$$\dot{m}_{aire} = 188.587 * 6.118$$

$$\dot{m}_{aire} = 1153.813 \frac{m^3}{h}$$

5.1.7 Flujo Másico De Los Gases De Combustión

Cálculos para el flujo másico de los gases de combustión

$$\dot{m}_g = \dot{m}_c * \left(1 + \left(\frac{A}{C}\right)_T * (1 + Exceso\ de\ Aire)\right) \dots (Ec. 23)$$

$$\dot{m}_{aire} = 16684.154 \frac{kg}{h}$$

$$\dot{m}_{aire} = 1153.813 \frac{m^3}{h}$$

5.1.8 Volumen En La Cámara De Combustión

Cálculos para el Volumen en la cámara de combustión

$$V_c = \frac{\dot{m}_c * PCS}{I_c} \dots (Ec. 24)$$

$$V_c = 6697.549 m^3$$

5.1.9 Potencia Útil En La Cámara De Vapor

Cálculos para la Potencia útil en la cámara de vapor

$$P_u = \dot{m}_a * h_{fg} \dots (Ec. 25)$$

$$h_{fg} = 1951 \frac{kJ}{kg}$$

$$\dot{m}_{ae} = 41.139 \frac{kg}{s}$$

5.1.10 Volumen De La Cámara De Vapor

Cálculos para el Volumen de la cámara de vapor

$$V_{cv} = \frac{\dot{m}_a}{\rho_a} * 3.6 \dots (Ec. 26)$$

$$\rho_a = 997 \frac{kg}{m^3}$$

$$V_{cv} = 0.149 m^3$$

$$1_{kg \text{ de vapor}} = 1.673 \text{ m}^3$$

$$\dot{m}_{cv} = 319.647 \frac{kg}{h}$$

5.1.11 Volumen De Agua

Cálculos para el Volumen De Agua

$$V_a = \frac{V_{cv}}{3} \dots (Ec. 27)$$

$$V_a = 0.05 \text{ m}^3$$

5.1.12 Volumen De Vapor

Cálculos para el Volumen de vapor

$$V_v = \frac{V_{cv} * 2}{3} \dots (Ec. 28)$$

$$V_v = 0.099 \text{ m}^3$$

5.1.13 Flujo Másico De Vapor

Cálculos para el Flujo másico de vapor

$$P_N = \dot{m}_v * (h_s - h_e) \dots (Ec. 29)$$

$$\dot{m}_v = 108.289 \frac{kg}{h}$$

5.2 CÁLCULO DE SUPERFICIE DE CALEFACCIÓN Y NÚMERO DE TUBOS

Nos regimos por el principio de conservación de la energía donde el calor absorbido es equivalente al calor cedido y al calor transmitido.

5.2.1 Volumen de gases de combustión

Cálculos para el Volumen de gases de combustión

$$\dot{m}_{gases} = \frac{V_h^1 * P_{neta}}{C_p \text{ agua} * PCI_{combustible}} * \frac{T_{zona \text{ de radiación}} + 273}{273} \dots (Ec. 30)$$

$$V_h^1 = 37.682 \left(\frac{N * m_{gas}^3}{N * m_{combustible}^3} \right)$$

5.2.2 Temperatura de salida de los gases

Cálculos para la Temperatura de salida de los gases

$$T_{sg} = 1000 - \frac{P_{neta}}{\dot{m}_{gases} * C_p \text{ gases}} \dots (Ec. 31)$$

$$T_{sg} = 943.845 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5.2.3 Incremento de Temperatura media

Cálculos para el Incremento de Temperatura media

$$\Delta T_m = \frac{(T_{\text{zona de radiación}} - T_{ec}) - (T_{sg} - T_v)}{(T_{sg} - T_v)} \dots (Ec. 32)$$

$$\Delta T_m = 833.460 \text{ } ^\circ\text{C}$$

5.2.4 Superficie de calefacción

Cálculos para la Superficie de calefacción

$$A_{\text{calefacción}} = \frac{P_N}{U_{\text{material}} * \Delta T_m} \dots (Ec. 33)$$

$$A_{\text{calefacción}} = 1.9488 = 2 \text{ m}^2$$

5.2.5 Selección del tubo de agua (Acuotubo)

Cálculos para la Selección del tubo de agua (Acuotubo)

$$A_{s \text{ tubo}} = 2 * \pi * r * h \dots (Ec. 34)$$

$$A_{s \text{ tubo}} = 2 * 0.02415 * 3.142 * 1$$

$$A_{s \text{ tubo}} = 0.152 \text{ m}^2$$

Tabla 5.3 Selección del tubo de agua (Acuotubo)

Seleccionamos una longitud de tubo de 1m
 Seleccionamos tubos schedule 40 de 1.5 in.

$r_{\text{tubo sch40 1.5 in.}}$ =	0.02415 m
h_{tubo} =	1 m
π =	3.142

Diámetro nominal pulgadas	Diámetro nominal mm.	Diámetro exterior mm.	Espesor s/norma EN 10255 Serie L2 ISO R65	Espesor s/norma EN 10255 Serie M DIN 2440	Espesor s/norma EN 10217-1 DIN 2458	Espesor s/norma EN 10216-1 DIN 2448	Espesor s/norma EN 10255 Serie M DIN 2440	Espesor s/norma EN 10255 Serie H DIN 2441
1/8"	6	10.2		2		1.6	2	2.6
1/4"	8	13.5	1.8	0.404	2.3	0.34	0.404	0.487
			0.515	0.641		1.8	2.3	2.9
3/8"	10	17.2	1.8	2.3		0.52	0.641	0.765
			0.67	0.839		1.8	2.3	2.9
1/2"	15	21.3	2	2.6		0.69	0.839	1.02
			0.947	1.21		2	2.6	3.2
3/4"	20	26.9	2.3	2.6		0.96	1.21	1.44
			1.30	1.30		2.3	2.6	3.2
1"	25	33.7	2.6	3.2		1.40	1.30	1.67
			1.63	1.63		2.6	3.2	4.0
1 1/4"	32	42.4	2.6	3.2		1.63	1.63	1.63
			2.54	3.1		2.6	3.2	4.0
1 1/2"	40	48.3	2.9	3.2		2.55	3.1	3.79
			3.23	3.56		2.6	3.2	4.0
2"	50	60.3	2.9	3.6		2.93	3.56	4.37
			4.08	5.03		2.9	3.6	4.5
2 1/2"	65	76.1	3.2	3.6		4.11	5.03	6.19
			5.71	6.42		2.9	3.6	4.5
						5.24	6.42	7.93

$A_{s \text{ tubo}} =$ 0.152

Fuente: Elaboración propia

5.2.6 Cantidad necesaria de tubería

Cálculos para la Cantidad necesaria de tubería

$$\#Tubos = \frac{A_{calefacción}}{A_{s\ tubo}} \dots (Ec. 35)$$

$$\#Tubos = 13.1805 = 14 \text{ Unidades}$$

$$\text{Longitud de tubería} = 14 \text{ m}$$

Fuente: Elaboración propia

5.2.7 Elección de diámetro de tubo

Datos para la Elección de diámetro de tubo

$$V_v = 54 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$v = 0.206 \frac{\text{m}^3}{\text{kg}}$$

$$Q_{tubo} = \frac{\dot{m}_v}{\#Tubos} \dots (Ec. 36)$$

$$Q_{tubo} = 8.216 \frac{\text{kg}}{\text{h}} = 2.28 * 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Flujo de vapor en el tubo

$$Q_v = Q_{tubo} * v \dots (Ec. 37)$$

$$Q_v = 4.701 * 10^{-4} \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

$$\frac{\pi * D^2}{4} = \frac{Q_v}{v_v} \dots (Ec. 38)$$

Cálculos para la Elección de diámetro de tubo

$$D = 3.329 * 10^{-3} \text{ m} = 33.29 \text{ mm}$$

$$D_e = 33.7 \text{ mm} = \text{Tubo de 1"}$$

5.2.8 Distancia entre tubos

Cálculos para la Distancia entre tubos

$$b = 0.25 * D_e + D_e \dots (Ec. 39)$$

$$b = 42.125 \text{ mm}$$

$$\text{Factor de corrección} = 1.075$$

$$b = 46 \text{ mm}$$

5.2.9 Espesor de los acuotubos

Tabla 5.4 Datos para los cálculos para el Espesor de los acuotubos

Para el cálculo del espesor de los tubos se utilizan algunos datos del material extraídos del catálogo de la empresa Grupo Almesa.			
	Diámetro exterior de los tubos (de) =	33.7	mm
	Coefficiente de corrosión (c2)=	0.75	
	Tolerancia de fabricación (c1)=	0.39	
	Valor del límite elástico a elevada temperatura (σadm.) =	105	N/mm ²

Fuente: Elaboración propia

Cálculos para la selección de espesor mínimo requerido

$$e_{ct} = \frac{P_d * d_e}{2 * \sigma + 2 * P_d} \dots (Ec. 40)$$

$$e_{ct} = 1.465 \text{ mm}$$

$$e = e_{ct} - C_1 + C_2 \dots (Ec. 41)$$

$$e = 1.825 \text{ mm}$$

Espesor disponible en el catálogo.

$$e = 2.6 \text{ mm}$$

5.2.10 Espesor de las placas tubulares

Tabla 5.5 Cálculos para el Espesor de las placas tubulares

El material que se utilizara para las placas, será el mismo que se utilizo para los tubos.	
Constante de placas soldadas a ambos lados (c4) =	0.25

Fuente: Elaboración propia

Espesor de placa sin sobre espesores

$$e_{ch} = C_4 * b \dots (Ec. 42)$$

$$e_{ch} = 11.5 \text{ mm}$$

Espesor de placa con sobre espesores

$$e_{pa} = e_{ch} + C_1 + C_2 \dots (Ec. 43)$$

$$e_{pa} = 12.640 \text{ mm}$$

Espesor elegido = 15 mm

5.2.11 Espesor de los colectores

Tabla 5.6 Datos para cálculos para el Espesor de los colectores

De=	350 mm	0.35 m
Longitud=	1100 mm	1.1 m
El espesor requerido para la carcasa cilíndrica sin sobreespesores es		

Fuente: Elaboración propia

Cálculos para el Espesor de los colectores

$$e_{cs} = \frac{P_{dd} * d_e}{(2 * \sigma - P_{dd}) * v + 2 * P_{dd}} \dots (Ec. 44)$$

$$e_{cs} = 2.913 \text{ mm} = 3 \text{ mm}$$

5.2.12 Volumen de agua

Tabla 5.7 Datos para cálculo para el Volumen de agua

Las dimensiones de los colectores, serán de 350 mm de Diámetro y 1100 mm de largo, con ello nos podemos asegurar de tener el volumen de agua y vapor óptimo para el funcionamiento de la caldera.

Fuente: Elaboración propia

Cálculos para el Volumen de agua

$$v_{agua} = \frac{\pi * D^2}{4} * L * 2 \dots (Ec. 45)$$

$$v_{agua} = 1.482 \text{ m}^3$$

5.2.13 Volumen de vapor

Cálculos para el Volumen de vapor

$$V_{vapor} = \frac{\pi * D^2}{4} * L \dots (Ec. 46)$$

$$V_{vapor} = 0.741 \text{ m}^3$$

5.2.14 Volumen de vapor

Cálculos para el Flujo másico de Gases

$$\dot{m}_{gases} = \frac{V_H^1 * P_N}{C_{esp\ agua} * PCI} * \frac{T_Z + 273}{273} \dots (Ec. 47)$$

$$\dot{m}_{gases} = 3241.53 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Cálculos para el Gasto de combustible

$$\dot{m}_{comb} = \frac{\dot{m}_{gases} * 273}{V_H^1 * T_Z} \dots (Ec. 48)$$

$$\dot{m}_{comb} = 23.484 \frac{m^3}{h}$$

5.2.15 Potencia del compresor de Aire

Cálculos para el flujo másico de aire

$$\dot{m}_{aire} = \dot{m}_{comb} * V_A^1 * \frac{t_a}{273} \dots (Ec. 49)$$

$$\dot{m}_{aire} = 32.415 \frac{m^3}{h}$$

Cálculos para la Potencia del compresor de Aire

$$P_c = \dot{m}_{aire} * C_{esp\ aire} * (T_a) \dots (Ec. 50)$$

$$P_c = 3.906 \text{ kW}$$

5.2.16 Rendimiento de la caldera

Cálculos para el Rendimiento de la caldera

$$\eta = \frac{P_N}{m * PCI} \dots (Ec. 51)$$

$$\eta = 0.953$$

5.3 CÁLCULO DE SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA

En este capítulo se realizará los cálculos para el sistema de tratamiento de agua y se realizará la selección del sistema de ablandamiento de agua.

5.3.1 Cálculo del sistema de alimentación de agua hacia la caldera

Para realizar el cálculo del sistema de alimentación de agua hacia la caldera se tiene dos observaciones.

- A. La alimentación de agua desde el sistema de condensado del circuito calefactor hacia el tanque
- B. La alimentación de agua dura captada del sistema de agua potable de la localidad que pasará por el sistema de ablandamiento de agua (Tanque de salmuera, ablandadores).

De acuerdo con los cálculos previos se tiene una caldera de 80.263 KW (107.63 BHP). Por cada BHP de capacidad que la caldera necesitará, debe ingresar 0.069 GPM.

$$1 \text{ BHP} \rightarrow 0.069 \text{ GPM} \dots (\text{Ec. 52})$$

$$107.63 \text{ BHP} \rightarrow x \text{ GPM}$$

$$X = 7.42 \text{ GPM}$$

Debemos considerar un factor promedio de 1.75 veces la capacidad con fines de diseño y selección.

$$\text{Consumo Total de Agua} = 7.42 \text{ GPM} * 1.75$$

$$\text{Consumo Total de Agua} = 12.99 \text{ GPM}$$

5.3.2 Cálculo del diseño del sistema del tanque

Para realizar el cálculo del diseño del sistema del tanque se tendrán las siguientes consideraciones:

- Consumo de Agua de la caldera por 30 min
- Llenado de caldera al 75%
- Ingreso de Agua de 12.99 GPM

$$CAP = 12.99 \text{ GPM} * 30 \text{ Min} * 0.75 \dots (\text{Ec. 53})$$

$$CAP = 292 \text{ Galones} = 1105.34 \text{ Litros}$$

Finalmente tenemos un volumen mínimo de 1105.34 Litros.

Con este último dato, procedemos a seleccionar un tanque de condensado con capacidad de almacenamiento para 500 Galones.

5.3.3 Cálculo del sistema de ablandamiento de agua captada de la línea de alimentación de agua potable

Para realizar el cálculo del sistema de ablandamiento de agua captada de la línea de alimentación de agua potable en primer lugar consideramos emplear un ablandador para poder tratar el agua potable que llega a la posta.

Cabe mencionar que para determinar la dureza del agua potable de la zona, se tomo una muestra y se mando a analizar obteniendo un resultado de 325 ppm (Agua Muy Dura).

Para poder seleccionar el equipo ablandador, debemos tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Caudal del agua que ingresará al tanque: 12.99 GPM
- Promedio de horas maquina de funcionamiento del sistema: 12 Horas Diarias.
- Dureza del Agua Potable en la localidad: 325 ppm

Se establece un ciclo de regeneración cada 7 días de acuerdo con la frecuencia de personal según el régimen que se maneja en la posta.

De acuerdo con las dimensiones de nuestro equipo se utilizará 02 Equipo Ablandador de Agua, 01 Equipo se mantiene en Stand By y se pone en funcionamiento en el ciclo regenerador del otro.

El consumo total de agua blanda será de 12.99 GPM (2950.35 Litros/Hora).

5.3.4 Selección y Cálculo de Capacidad del Equipo Ablandador de Agua.

De acuerdo con el Anexo D-2 se utilizará como punto de partida para nuestro cálculo la resina propuesta en el equipo AMBERLITA IR-120 plus, en este equipo la capacidad de la zeolita es de $30000 \frac{\text{Granos}}{\text{pie}^3 \text{ de Resina}}$.

Las características de la resina se pueden ver en el anexo D-2.

Para el cálculo se tiene en cuenta que 1 PPM = 0.058 GPG

Para poder realizar la correcta selección del suavizador, realizamos el cálculo con 07 pasos para remover la dureza por día.

I. Determinación de dureza del agua potable en GPG

- Dureza del agua: 325 ppm
- Conversión de PPM a GPG: $\frac{325 \text{ PPM}}{17.1} = 19 \frac{\text{Granos}}{\text{Galon}} \dots (\text{Ec. 54})$

II. Determinación de la capacidad del agua a regenerar

La cantidad del agua a regenerar es de 12.99 GPM de acuerdo con lo calculado en el punto 5.3.1.

III. Determinación de la cantidad de vapor condensado recuperado y determinación de ingreso neto de agua al sistema de la caldera

Se va a considerar una recuperación de condensados del 20%, por lo que a la capacidad de ingreso de agua se le reducirá un 20%.

$$Q_{NETO} = 12.99 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}} - \left(20\% * 12.99 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}} \right) \dots (\text{Ec. 55})$$

$$Q_{NETO} = 10.4 \frac{\text{Galones}}{\text{Minuto}}$$

IV. Determinación del agua de ingreso al sistema total requería por día

El tiempo de operación por día se considera de 12 Horas.

Consumo Total de Agua Blanda

$$= 10.4 \frac{\text{Gal}}{\text{Min}} * \frac{60 \text{ Min}}{1 \text{ Hora}} * \frac{12 \text{ Horas}}{1 \text{ Día}} \dots (\text{Ec. 56})$$

$$\text{Consumo Total de Agua Blanda} = 7488 \frac{\text{Gal}}{\text{Día}}$$

V. Determinación de los granos totales de dureza que serán removidos al día

Con la dureza del agua y el ingreso total de agua blanda determinamos los granos totales a remover por día.

$$\text{Granos a Remover por Día} = 7488 \frac{\text{Gal}}{\text{Día}} * 19 \frac{\text{Granos}}{\text{Galon}} \dots (\text{Ec. 57})$$

$$\text{Granos a Remover por Día} = 142272 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}}$$

Para poder hacer una correcta selección del suavizador y garantizar la suavidad del agua blanda consideramos un margen de seguridad del 20%.

$$\text{Granos a Remover por Día} = 142272 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}} * 20\% \dots (\text{Ec. 58})$$

$$\text{Granos a Remover por Día} = 170726.4 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}}$$

VI. Determinación de la capacidad promedio del suavizador del equipo ablandador

Para poder realizar una correcta selección del suavizador se debe tener en cuenta las capacidades de los suavizadores existentes en el mercado, los más comerciales.

- Suavizador de 30,000 granos por *pie*³ de resina (regenerando con 15 libras de sal por *pie*³ de resina).
- Suavizador de 25,000 granos por *pie*³ de resina (regenerando con 10 libras de sal por *pie*³ de resina).
- Suavizador de 20,000 granos por *pie*³ de resina (regenerando con 5 libras de sal por *pie*³ de resina).

Para el presente proyecto, de acuerdo con el Anexo D-2 utilizaremos el suavizador de 30000 granos en el modelo Amberlita IR-120 con capacidad de remoción de 30000 granos de dureza por 15 libras de sal de regeneración.

$$\frac{30000 \text{ Granos}}{1 \text{ Pie}^3 \text{ de Resina}} = \frac{170726.4 \frac{\text{Granos}}{\text{Día}}}{X} \dots (\text{Ec. 59})$$

$$X = 5.69 \frac{\text{Pie}^3 \text{ de Resina}}{\text{Día}}$$

VII. Determinación de frecuencia de regeneración en el suavizador del equipo ablandador

$$\frac{5.69 \text{ Pie}^3 \text{ de Resina}}{1 \text{ Día}} = \frac{X \text{ Pie}^3 \text{ de Resina}}{7 \text{ Días}} \dots (\text{Ec. 60})$$

$$CAP_{\text{Intercambio}} = 39.84 \text{ Pie}^3$$

VIII. Determinación de consumo de Sal por ciclo de Regeneración del equipo ablandador

De acuerdo con el suavizador seleccionado del Anexo D-2, el sistema se regenerará con 15 libras o 6.80 kg de sal por cada *pie*³ de resina por día trabajado, de ahí determinamos:

$$\text{Consumo de Sal} = 5.69 \frac{\text{pie}^3}{\text{día}} * 15 \frac{\text{Libras}}{\text{pie}^3} \dots (\text{Ec. 61})$$

$$\text{Consumo de Sal} = 85.35 \frac{\text{Libras}}{\text{día}}$$

Y para los 07 días de operación de equipo ablandador, determinamos:

$Consumo\ de\ Sal = 85.35 \frac{Libras}{día} * 7\ días = 597.5\ Libras = 271\ kg$ de sal... (Ec. 62)

IX. Consideraciones finales para la selección del equipo ablandador

Para poder garantizar el funcionamiento del sistema, se requiere de 02 Equipos ablandadores con control automatizado de acuerdo con las necesidades de ingreso de agua al sistema de la caldera, se tendrá 01 equipo ablandador en stand by el cual deberá entrar en funcionamiento cuando el otro equipo entre en su ciclo de regeneración.

5.4 SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR

En este capítulo se realizará la selección de trampas de vapor para el sistema.

El cálculo para la selección de trampas de vapor puede ser de la siguiente manera:

- Diferencias de presiones, entre la línea de vapor y la línea de retorno, por lo cual la trampa debe ser capaz de abrir venciendo esa presión diferencial.
- Determinar la carga de condensado en kg/hr esto es con cálculo con fórmulas e información de rangos de condensado de vapor en diferentes tuberías y equipos.
- El factor de seguridad sirve para condiciones de flujo variable de condensado, caída de presión y factores propios del diseño del equipo. Varía entre 1.5 hasta máximo 10.
- Presión máxima permitida, la trampa debe permitir soportar la máxima presión permitida en el sistema.

5.4.1 Recomendaciones para selección piernas colectoras en tuberías

Las piernas colectoras dan espacio necesario para capturar condensado y dirigir el condensado hacia la trapa de vapor para su selección debemos tomar consideraciones:

- La inclinación correcta de la tubería.
- Para atrapar el condensado de las tuberías se realiza mediante la instalación de trampas de vapor.
- Instalación de piernas colectoras

La pierna colectora se debe instalar en intervalos de 90 metros, pero no sobre pasar los 150 metros:

- Antes de válvulas o reguladores.
- Antes de juntas de expansión.
- Antes de elevaciones.
- Al final de tuberías.

5.4.2 Selección de piernas colectoras para manifold

Se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones para la selección de piernas colectoras:

- Flujo de vapor en el cabezal es en varias direcciones requeriremos dos piernas colectoras en ambos extremos.
- Ingresamos a (ANEXO D-4 – Sistema de retorno de condensado)
 - Datos de la selección de pierna colectora para Manifold:
 - Diámetro de tubería : 150 mm
 - Diámetro de pierna colectora : 100 mm
 - Longitud mínima de pierna colectora : 710 mm

Selección de trampas de vapor para Manifold

- Por recomendación de Armstrong la selección de trampas de vapor para el manifold es la siguiente.
 - Aplicación : Cabezal de generador de vapor
 - Tipo : IBLV (Balde invertido con venteado grande)
 - Factor de seguridad : 1.5 (Recomendado).

5.4.3 Selección de piernas colectoras para tuberías principales

Se debe considerar la siguiente información para la selección de las piernas colectoras y trampas de vapor:

- Deben instalarse en puntos de drenaje natural.
- Diámetro de tubería principal: 80 mm

Selección de trampas de vapor para tuberías principales:

- Aplicación : Tuberías principales de vapor

- Tipo : IB (Balde invertido con válvula check interna)
- Factor de Seguridad : 2.0 (Recomendado)

5.4.4 Selección de piernas colectoras de tuberías ramales

- Tubería para desviaciones mayores a 3 metros antes de una válvula de control.
- Se debe seleccionar piernas colectoras y las tuberías ramales van con un separador de vapor más.

Selección de trampas de vapor para tuberías ramales

- Aplicación : Tubería ramal de vapor
- Tipo : IB (Balde invertido con válvula check interna)
- Factor de seguridad : 2.0

Selección de separadores de vapor para tuberías ramales

Su función es remover el condensado que se forma en la tubería ramales antes que lleguen al equipo se instalan antes de llegar al equipo donde se requiere el vapor.

- El drenado a la salida del separador una pierna colectoras y un colector de suciedad del mismo diámetro de tubería.
- Factor de seguridad para separadores de vapor es 3.

5.4.5 Selección de trampas servicio de calefacción

Para la selección de trampas y accesorios se tiene los siguientes datos:

- Carga de condensado : 30.05 kg/hr
- Presión entrada Absoluta : 1.72 bar
- Presión de salida Absoluta : 1 bar
- Presión diferencial Absoluta : 0.72 bar

Se seleccionó:

- Aplicación : Radiadores de calefacción
- Tipo : IBLV (Balde invertido con ventilador grande)
- Factor de seguridad : 3.0 (Recomendado)
- Accesorio Trampa : Vienen con la trampa completos.

Las recomendaciones son para descargar el aire y condensado en condiciones de régimen como de marcha.

5.4.6 Resumen de selección de Trampas

La siguiente tabla muestra los resultados de la selección realizada de las trampas de vapor de los diferentes equipos, el significado de las siglas de las trampas de vapor:

- IBLV : Balde Invertido con Ventilador grande
- IBCV : Balde Invertido con Válvula Check Interna

Tabla 5.8 Resumen de Selección de Trampas

Item	Servicio Posta Salud IMATA	Presión Vapor (Bar)	Carga de Condensado (Kg/Hr)	Factor de Seguridad	Condensado (Kg/Hr)	Selección Trampa
1	Sistema de Distribución de Vapor					
2	Tuberías Principales y Ramales	10	15.6	2	35.4	IBCV
3	Manifold Principal	10	350.67	1.5	550.65	IBLV
4	Servicio de Calefacción	0.4	30.4	3	95.68	IBLV

Fuente: Elaboración propia



CAPÍTULO VI

6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

6.1 RESUMEN DE RESULTADOS

Tabla 6.1 Tabla resumen de resultados cálculos de caldera

TABLA RESUMEN DE RESULTADOS PARA CALCULO Y DISEÑO DE CALDERA DE BIOMASA		
Potencia requerida	80	kW
Potencia diseñada	80	kW
Flujo másico de aire	23	m ³ /h
Flujo másico de gases de combustión	3242	m ³ /h
Volumen cámara de vapor	0.15	m ³ /h
Volumen de agua	1.49	m ³ /h
Volumen de vapor	0.75	m ³ /h
Flujo másico de vapor	109	kg/h
Temperatura de salida de los gases	944	°C
Superficie de calefacción	2	m ²
Superficie de tubo de agua	0.16	m ²
Cantidad de acuatubos necesarios	14	Unidades
Longitud de tubería	1	m
Diametro de acuatubos	1	in
Distancia entre tubos	46	mm
Espesor de tubería	2.6	mm
Flujo másico de combustible	0.6	m ³ /h
Potencia del compresor de aire	4	kW
Eficiencia de la caldera	95.3	%

Fuente: Elaboración propia

6.2 ANÁLISIS

Luego de haber realizado los cálculos térmicos requeridos podemos decir que la potencia de la caldera será de 80 kW, la caldera requerirá de 02 compresores que suministren aire, además de un tornillo sinfín que pueda alimentar 0.6 m³/h, el agua suministrada requerida de un equipo ablandador y una bomba que pueda alimentar 1.49 m³/h.

La temperatura en el interior de la caldera será $944\text{ }^{\circ}\text{C}$, el sistema utilizado será acuotubular y se necesitarán 14 tubos de 1 m cada uno con una separación máxima de 46 mm entre cada tubo.

Para el correcto intercambio de calor se usará turbuladores, los cuales aumentarán la eficiencia de la caldera hasta llegar a un 95%.



CAPÍTULO VII

7. COSTOS Y PRESUPUESTOS

7.1 ESTRUCTURA DE COSTOS

7.1.1 Mano de obra

Tabla 7.1 Costos de movilización, aclimatación y desmovilización

1.- COSTO DE PERSONAL

MOVILIZACIÓN, ACLIMATACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN (2 DÍAS)

PERSONAL	CANTIDAD DE PERSONAL	CANTIDAD DE DÍAS	PRECIO UNITARIO/ JORNAL	PRECIO TOTAL
Supervisor General (supervisor)	1	2.00	100.00	201.00
Supervisor de Seguridad	1	2.00	100.00	200.00
Supervisor de Campo	0	0.00	100.00	0.00
Soldador	2	2.00	52.00	208.00
Mecánico Líder	0	0.00	60.00	0.00
Operario Mecánico 1	0	0.00	50.00	0.00
Riger	0	0.00	52.00	0.00
Vigías	0	0.00	48.00	0.00
CANTIDAD TOTAL DE PERSONAL		4	TOTAL	609.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.2 Costos de inducción y cursos de trabajos de alto riesgo

INDUCCION Y CURSOS DE TRABAJOS DE ALTO RIESGO (1 DÍAS)

PERSONAL	CANTIDAD DE PERSONAL	CANTIDAD DE DÍAS	PRECIO UNITARIO/ JORNAL	PRECIO TOTAL
Supervisor General (supervisor)	1	1.00	100.00	33.33
Supervisor de Seguridad	1	1.00	100.00	33.33
Supervisor de Campo	0	1.00	100.00	0.00
Soldador	2	1.00	52.00	34.67
Mecánico Líder	0	1.00	60.00	0.00
Operario Mecánico 1	0	1.00	50.00	0.00
Operador Manlit	0	1.00	52.00	0.00
Vigías	0	1.00	48.00	0.00
CANTIDAD TOTAL DE PERSONAL		4	TOTAL	101.33

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.3 Costos de exámenes médicos

EXÁMENES MÉDICOS (1 DÍA)

PERSONAL	CANTIDAD DE PERSONAL	PRECIO UNITARIO/ JORNAL	PRECIO TOTAL
Supervisor General (supervisor)	1	110.00	110.00
Supervisor de Seguridad	1	110.00	110.00
Supervisor de Campo	0	110.00	0.00
Soldador	2	110.00	220.00
Mecánico Líder	0	110.00	0.00
Operario Mecánico 1	0	110.00	0.00
Riger	0	110.00	0.00
Vigías	0	110.00	0.00
CANTIDAD TOTAL DE PERSONAL		4	TOTAL 440.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.4 Costos de trabajos previos

TRABAJOS PREVIOS (1 DÍA)		CANTIDAD DE HORAS <input type="text" value="8 HRS"/>				
PERSONAL	CANTIDAD DE PERSONAL	PRECIO UNITARIO		HORAS REQUERIDAS		PRECIO TOTAL
		H/H NORMAL	H/H EXTRA	NORMALES	EXTRAS	
Supervisor General (supervisor)	1	18.00	22.50	8	0	144.00
Supervisor de Seguridad	1	12.50	15.63	8	0	100.00
Supervisor de Campo	0	12.50	15.63	8	0	0.00
Soldador	2	6.50	8.13	8	0	104.00
Mecánico Lider	0	7.50	9.38	8	0	0.00
Operario Mecánico 1	0	6.25	7.81	8	0	0.00
Riger	0	6.50	8.13	8	0	0.00
Vigías	0	6.00	7.50	8	0	0.00
CANTIDAD TOTAL DE PERSONAL		4			TOTAL	348.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.5 Costos de trabajos de parada

TRABAJOS DE PARADA (1 DÍA)		CANTIDAD DE HORAS <input type="text" value="24"/>				
PERSONAL	CANTIDAD DE PERSONAL	PRECIO UNITARIO		HORAS REQUERIDAS		PRECIO TOTAL
		H/H NORMAL	H/H EXTRA	NORMALES	EXTRAS	
Supervisor General (supervisor)	1	18.00	23.40	24	0	432.00
Supervisor de Seguridad	1	12.50	16.25	24	0	300.00
Supervisor de Campo	0	12.50	16.25	24	0	0.00
Soldador	2	6.50	8.45	24	0	312.00
Mecánico Lider	0	7.50	9.75	24	0	0.00
Operario Mecánico 1	0	6.25	8.13	24	0	0.00
Riger	0	6.50	8.45	24	0	0.00
Vigías	0	6.00	7.80	24	0	0.00
CANTIDAD TOTAL DE PERSONAL		4			TOTAL	1044.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.6 Costos de trabajos de post parada

TRABAJOS DE POST PARADA (1 DÍA)		CANTIDAD DE HORAS <input type="text" value="8"/>				
PERSONAL	CANTIDAD DE PERSONAL	PRECIO H/H		HORAS REQUERIDAS		PRECIO TOTAL
		H/H NORMAL	H/H EXTRA	NORMALES	EXTRAS	
Supervisor General (supervisor)	1	18.00	23.40	8	0	144.00
Supervisor de Seguridad	1	12.50	16.25	8	0	100.00
Supervisor de Campo	0	12.50	16.25	8	0	0.00
Soldador	2	6.50	8.45	8	0	104.00
Mecánico Lider	0	7.50	9.75	8	0	0.00
Operario Mecánico 1	0	6.25	8.13	8	0	0.00
Riger	0	6.50	8.45	8	0	0.00
Vigías	0	6.00	7.80	8	0	0.00
CANTIDAD TOTAL DE PERSONAL		4			TOTAL	348.00
TOTAL MANO DE OBRA						2890.33

Fuente: Elaboración propia

7.1.2 Equipo de protección personal (EPP)

Tabla 7.7 Costos de equipos de protección personal (EPP)

2.- UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

UNIFORME E IMPLEMENTO DE SEGURIDAD	TOTAL PERSONAS	CANTIDAD	UNIDAD	DÍAS TRABAJADOS	VIDA UTIL	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Casco de seguridad	3	3	pza	2.0	360.00	8.95	0.15
Lentes de Seguridad	3	3	pza	2.0	15.00	1.58	0.63
Zapatos de seguridad	3	3	par	2.0	180.00	20.35	0.68
Uniformes de seguridad	3	2	pza	2.0	180.00	22.15	0.49
Chaleco de seguridad	3	3	pza	2.0	180.00	8.60	0.29
Respirador N° 8511	3	3	pza	2.0	4.00	2.10	3.15
Tapones de seguridad para los oídos	3	3	par	2.0	15.00	0.52	0.21
Guantes de operador caña corta	3	2	par	2.0	5.00	2.78	2.22
Sobre lentes de Seguridad	3	2	pza	2.0	20.00	4.46	0.89
Tarjetas de Lock Out	3	2	pza	2.0	180.00	0.56	0.01
Candados para bloqueo	3	3	pza	2.0	360.00	8.46	0.14
Traje Tyvex	3	0	pza	2.0	4.00	5.54	0.00
Arnés de seguridad contra caídas	2	0	pza	2.0	360.00	123.58	0.00
Línea retráctil de 30 pies	2	0	pza	2.0	180.00	142.50	0.00
Prefiltro para polvo 3M - 5N11 - NIOSH	2	0	pza	2.0	2.00	1.45	0.00
Cover 3M - 501	2	0	pza	2.0	5.00	0.90	0.00
Cartuchos 3M- 6003	2	2	pza	2.0	3.00	9.50	12.67
Máscara de Silicona 7502	2	2	par	2.0	180	21.23	0.47
Bloqueador solar	2	2	pza	2.0	1.00	0.50	2.00
Guantes de soldador Caña Larga	2	2	pza	2.0	15.00	4.35	1.16
Escarpines	2	2	pza	2.0	60.00	3.69	0.25
Mandil de cuero	2	2	pza	2.0	60.00	7.69	0.51
Casaca de cuero	2	2	pza	2.0	75.00	33.85	1.81
Pantalón de cuero	2	2	pza	2.0	75.00	33.85	1.81
Careta para soldar	2	2	pza	2.0	60.00	6.46	0.43
Careta para esmerilar	2	2	pza	2.0	60.00	6.46	0.43

TOTAL UNIFORME E IMPLEMENTO DE SEGURIDAD	30.39
---	--------------

Fuente: Elaboración propia

7.1.3 Equipos y Maquinaria

Tabla 7.8 Costos de maquinaria y equipos para el servicio

3.- EQUIPOS, MAQUINARIAS Y HERRAMIENTAS PARA EL SERVICIO

EQUIPOS y/o MAQUINARIA (Ejm.: Motosoldadora, Grup. Electrónico, etc.)

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	DÍAS DE UTILIZACIÓN	PRECIO UNITARIO	COSTO DE MOVILIZACIÓN/ DÍA	PRECIO TOTAL
Motosoldadora	1.0	und	2.00	550.00	2.00	1102.00
	0.0	und	0.00	0.00	0.00	0.00
						0.00
						0.00
						0.00
						0.00
						0.00
						0.00
						0.00
TOTAL EQUIPOS Y MAQUINARIAS						1102.00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.9 Costos de herramientas para el servicio

HERRAMIENTAS (Ejm.: Cinceles, Combo, Dado, etc.)

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	DIAS DE UTILIZACIÓN	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Andamios metalicos layher	0.0	cuerpo	3.00	13.60	0.00
Grupo electrógeno 100 kVA	0.0	pza	0.00	241.60	0.00
Combos de 10 lb	1.0	pza	8.00	1.12	8.96
Combos de 04 Libras	2.0	pza	8.00	0.40	6.40
Eslingas 4 TON	2.0	pza	8.00	0.24	3.84
Eslingas 2 TON x 2 m	2.0	pza	8.00	0.16	2.56
Grilletes 3/4"	1.0	pza	8.00	0.08	0.64
Grilletes 7/8"	0.0	pza	8.00	0.08	0.00
Grillete 7 1/8"	0.0	pza	8.00	0.08	0.00
grillete 1 1/2"	0.0	pza	8.00	0.08	0.00
Grillete 2"	0.0	pza	8.00	0.08	0.00
grillete de 5/8"	0.0	pza	8.00	0.08	0.00
Equipo de oxicorte	1.0	pza	8.00	3.04	24.32
Esmeril de 4 1/2"	2.0	pza	8.00	0.64	10.24
Esmeril de 7"	2.0	pza	8.00	0.88	14.08
Adaptadores de encastre 1/2" - 3/4"	2.0	pza	8.00	0.08	1.28
Extension corriente de 30m	2.0	pza	8.00	1.04	16.64
Extension luz piloto 10m	0.0	pza	8.00	0.40	0.00
Extintor de 12 Kg.	1.0	pza	8.00	0.88	7.04
Juego de dados de 1/2" hasta 1-1/4" encastre 1/2"	2.0	pza	8.00	1.52	24.32
Juego de dados de 1/2" hasta 1-1/2" encastre 3/4"	2.0	pza	8.00	2.5	40.00
Juego de llaves Mixtas 1/4" - 2-1/4"	4.0	pza	8.00	0.24	7.68
Palanca Ratchet encastre de 3/4"	1.0	pza	8.00	0.16	1.28
Palanca Ratchet encastre de 1/2"	1.0	pza	8.00	1.8	14.40
Máquina de soldar eléctrica 350 A	1.0	pza	8.00	30	240.00
Tenaza Portaelectrodo	0.0	pza	8.00	0.24	0.00
Patas de Cabra	2.0	pza	8.00	0.08	1.28
Pinzas de Bloqueo	2.0	pza	8.00	0.15	2.40
Pistola de Impacto Neumática c/encastre 1/2"	0.0	pza	8.00	4	0.00
Pistola de Impacto Neumática c/encastre 3/4"	0.0	pza	8.00	4	0.00
Jgo. de Punzones	1.0	pza	8.00	4.32	34.56
Destornillador plano (6 pzas)	2.0	pza	8.00	0.16	2.56
Calibrador o pie de rey 0-12" +/- 0.0005"	1.0	pza	8.00	1.2	9.60
Wincha metalica 3m	1.0	pza	8.00	0.08	0.64
Wincha metalica 10m	1.0	pza	8.00	0.08	0.64
Camión 8X4 con grúa de 20 tn de capacidad	0.0	pza	8.00	550	0.00
Linternas para Casco	0.0	pza	8.00	0.16	0.00
Teclé de 5 Tn	0.0	pza	8.00	3.25	0.00
Teclé Señorita de 1.5 Tn	2.0	pza	8.00	2.75	44.00
Taladro Magnetico	2.0	pza	8.00	12.16	194.56
Caja de Herramientas	2.0	pza	8.00	1.5	24.00
TOTAL HERRAMIENTAS					737.92

TOTAL EQUIPO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	737.92
--	---------------

Fuente: Elaboración propia

7.1.5 Transporte

Tabla 7.11 Costos de transporte para el servicio

5.- TRANSPORTE

TRANSPORTE INTERNO/ EXTERNO

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIEMPO DE UTILIZACIÓN (DÍA/HORA)	PRECIO (DÍA/HORA)	PRECIO TOTAL
Transporte INTERNO (camioneta 4 x 4)	1	2	120	240.00
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
				0.00
TOTAL TRANSPORTE				240.00
TOTAL TRANSPORTE				240.00

Fuente: Elaboración propia

7.1.6 Servicio generales

Tabla 7.12 Costos de alimentación para el servicio

6.- SERVICIOS GENERALES

ALIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Desayuno (TRASLADO/PARADA/DESMOVLIZACION)	2.0	pza	3.00	6.0
Almuerzos (TRASLADO/PARADA/DESMOVLIZACION)	2.0	pza	3.00	6.0
Cena (TRASLADO/PARADA/DESMOVLIZACION)	2.0	pza	3.00	6.0
				0.0
TOTAL DE 03 PERSONAS x 02 DIAS				0.0
				0.0
				0.0
TOTAL ALIMENTACIÓN				18.0

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7.13 Costos de hospedaje para el servicio

HOSPEDAJE

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	días	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Hospedaje Staff (01 personas)	1.0	2.0	16.00	32.0
Hospedaje Personal Mecanico (02 personas)	2.0	2.0	9.10	36.4
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
				0.0
TOTAL HOSPEDAJE				68.4

TOTAL SERVICIOS GENERALES	86.40
----------------------------------	--------------

Fuente: Elaboración propia

7.1.7 Gastos administrativos

Tabla 7.14 Costos de gastos administrativos para el servicio

7.- GASTOS ADMINISTRATIVOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Logística	0.0	120.00	0.0
Costos y Presupuestos	0.0	145.00	0.0
Recursos Humanos	0.0	120.00	0.0
Contabilidad	0.0	110.00	0.0
Almacen	0.0	110.00	0.0
Cursos ISEM	0.0	0.00	0.0

TOTAL DIVERSOS	0.00
-----------------------	-------------

Fuente: Elaboración propia

7.2 RESUMEN DE COSTOS

Tabla 7.15 Resumen de costos por el servicio

7.- RESUMEN

RUBRO	PRECIO
a. COSTO DE PERSONAL	2890.33
b. UNIFORME E IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	30.39
c. EQUIPOS Y HERRAMIENTAS	1839.92
1. COSTOS DEL SERVICIO/OBRA	4760.65
2. MATERIALES E INSUMOS	11909.38
3. TRANSPORTE Y EQUIPOS MÓVILES	240.00
4. SERVICIOS GENERALES REEMBOLSABLES	86.40
5. GASTOS ADMINISTRATIVOS	0.00
	SUMA PARCIAL 16996.43
UTILIDAD DEL SERVICIO	0 %
PRECIO TOTAL DEL SERVICIO/OBRA	16996.43

Fuente: Elaboración propia

7.3 COSTOS ADICIONALES

Tabla 7.16 Resumen de Costos Adicionales

ESTRUCTURA DE COSTOS ADICIONALES

Sistema de Tratamiento de Agua (Ablandadores)

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Suministro y Montaje de 02 Bombas de Alimentación de Agua Blanda	2.00	Und	1050.00	2100.00
Suministro y Montaje de 01 Tanque de Alimentación de Agua de 500 Gal	1.00	Und	2500.00	2500.00
Suministro y Montaje de Tuberías y Accesorios de ingreso de agua del tanque condensador a Calderas	1.00	Global	1200.00	1200.00
Suministro y Montaje de Ablandador de agua	2.00	Und	6800.00	13600.00
Suministro y Montaje de Tanque de Salmuera	1.00	Und	2350.00	2350.00
Suministro y Montaje de Equipo de Filtrado de Agua	1.00	Und	1500.00	1500.00

Sistema de Trampeo de Condensado

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
Suministro y Montaje de Trampa de Vapor Tipo IBCV	2.00	Und	600.00	1200.00
Suministro y Montaje de Trampa de Vapor Tipo IBLV	2.00	Und	580.00	1160.00

TOTAL DE COSTOS ADICIONALES				25610.00
------------------------------------	--	--	--	-----------------

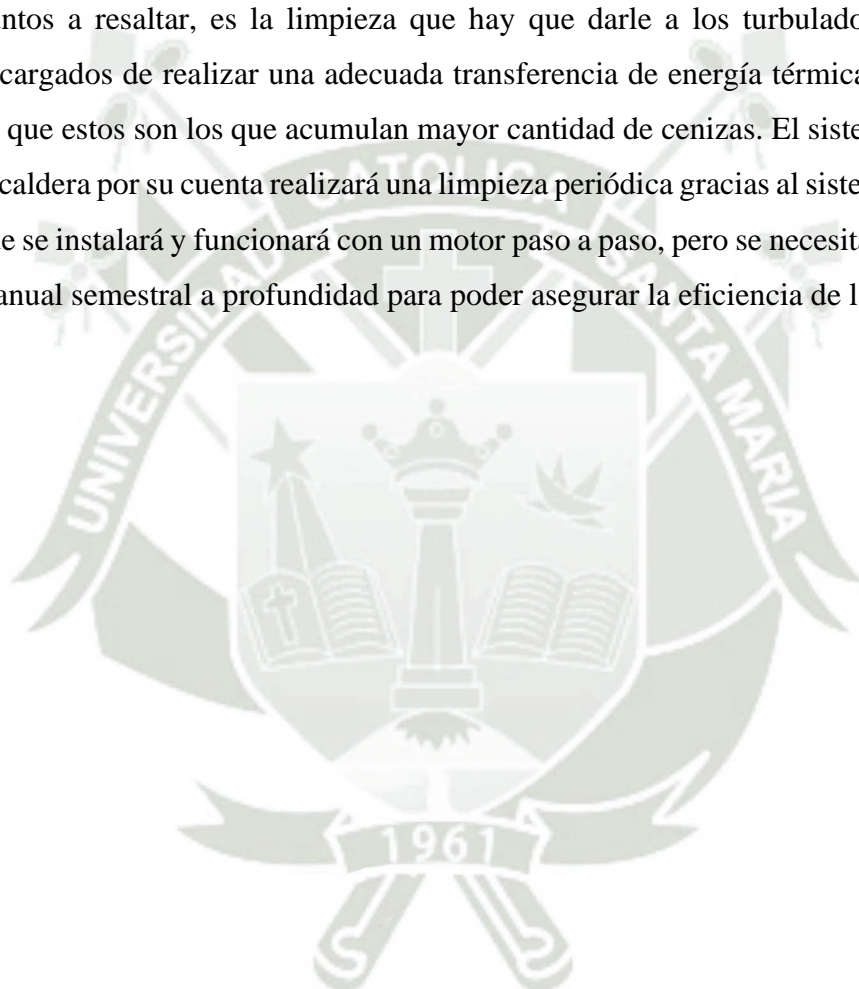
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- Se evaluó el uso de 3 tipos de combustible de biomasa con cálculos realizados en MS Excel, llegando a la conclusión de que el combustible que generaría una mayor potencia es la cascara de almendras, además se diseñó de acuerdo con la opción más crítica que es usando como combustible hueso de aceituna el cual mantiene el PCI más bajo (17899.2 kJ/kg), de estos 3 tipos de combustible de biomasa en todos los casos se aseguró una eficiencia del 95% y una potencia mínima de 80 kW.
- Se seleccionó sensores, compresores de aire, tuberías, aislamiento térmico, tornillo sin fin, acoples, motor paso a paso, bomba de agua, sistema de control, depósito de inercia, radiadores, válvulas y accesorios de acuerdo con el diseño de la caldera que cuenta con una potencia de 80 kW, mantiene una eficiencia del 95% y usa como combustible biomasa.
- Se logró disminuir los costos del diseño de una caldera para un sistema de calefacción de este tipo (teniendo como referencia la cotización enviada por una empresa X ofreciendo sus servicios para este proyecto) en S/. 6177.50 respecto de una caldera que ofrece la misma potencia, pero con menor eficiencia usando como combustible gas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda hacer una adecuada limpieza del cajón cenicero, el mando control ofrecerá una opción que alerta el llenado de este pero la limpieza se efectúa de forma manual.
- Se recomienda dar un adecuado mantenimiento semestral a la caldera. Y uno de los puntos a resaltar, es la limpieza que hay que darle a los turbuladores, que son los encargados de realizar una adecuada transferencia de energía térmica a los acuotubos ya que estos son los que acumulan mayor cantidad de cenizas. El sistema de control de la caldera por su cuenta realizará una limpieza periódica gracias al sistema de balancines que se instalará y funcionará con un motor paso a paso, pero se necesita de una limpieza manual semestral a profundidad para poder asegurar la eficiencia de la caldera.



REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Esa Kari Vakkilainen. (2017). *Steam Generation from Biomass: Construction and Design of Large Boilers*. Lappeenranta, Finland. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/book/9780128043899/steam-generation-from-biomass>
2. Hergom Alternative. (s.f). *Calderas de biomasa para calefacción*. Obtenido de <https://www.hergomalternative.com/productos/8-serie-oliva-industrial>
3. Caleffi Biomass. (2011). *Componentes para instalaciones de biomasa*. Obtenido de <https://www.caleffi.com/sites/default/files/file/0318111ES.pdf>
4. Peter Rein. (2012). *Ingeniería de la caña de azúcar*. Obtenido de <https://www.bartens.com/book/ingenieria-de-la-cana-de-azucar/>
5. Saunier Duval. (2018). *La eficiencia energética en la calefacción*. Obtenido de https://www.enginyersbcn.cat/media/upload/pdf/cetib1_INSCRIP_ACTIVITATS_507_1.pdf
6. Cristian Rubio Ramírez, Guillermo Martheyn Lizarazo, José Bermúdez Santaella, Emilio Vera Duarte. (2016). *Modelo matemático de la transferencia de calor en el hogar de una caldera pirotubular* Pereira, Colombia. [Artículo Científico]. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/317798646_Modelo_matematico_de_la_transferencia_de_calor_en_el_hogar_de_una_caldera_pirotubular
7. Solar Focus. (s.f). *Caldera de Biomasa*. Obtenido de <https://www.solarfocus.com/es/calderas-de-biomasa>
8. Isover. (s.f). *Aislamiento de Tuberías - Soluciones de Aislamiento con Lana Mineral*. Obtenido de <https://www.isover-aislamiento-tecnico.es/industria/aplicaciones/tuberias>
9. Universidad Nacional de Ingeniería. (2018). *Evaluación energética de módulos habitables y diseñados bioclimáticamente para condiciones extremas de bajas*

temperaturas y alta radiación solar usando una plataforma experimental. Obtenido de http://proyectoscti.concytec.gob.pe/index.php/buscador/ficha_proyecto/2672

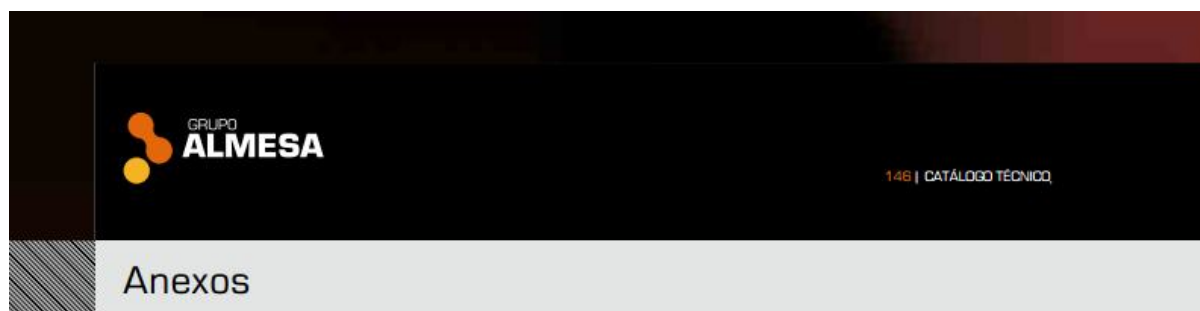
10. Biopower Capital S.A.C. (2019). *Calor limpio contra heladas: estufas domésticas a base de pellets de residuos forestales para casas, hospitales, escuelas y centros de reuniones.* Obtenido de https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/04/Plan_Multisectorial_ante_Heladas_y_Friaje_2019_-_2021_-_Anexos.pdf
11. Universidad de Piura (2015). *Implementación de un sistema de producción de biogás para la validación del potencial energético de la biomasa en aplicaciones domésticas en zonas rurales de la región Piura a partir del tratamiento de sus residuos orgánicos.* Obtenido de http://proyectoscti.concytec.gob.pe/index.php/buscador/ficha_proyecto/2494
12. Instituto Superior Técnico de Lisboa. (2016). *Numerical study of a domestic pellet-fired boiler.* Lisboa, Portugal. Obtenido de <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/>
13. Universidad Eafit Medellín, Escuela De Administración, Finanzas E Instituto Tecnológico. (2010). *Diseño y construcción de un prototipo de caldera que usa como combustible cáscara de Jatropha curca.* Medellín, Colombia. [Tesis de Grado]. Obtenido de <https://repository.eafit.edu.co/xmlui/handle/10784/4520>





**ANEXO A: CATALOGO TÉCNICO TUBERÍAS
DE ACERO**

ANEXO A-1: CATALOGO TÉCNICO PARA TUBERÍAS DE ACERO SOLDADO Y SIN SOLDADURA DIN/EN



Tubo de acero soldado y sin soldadura DIN/EN

Tabla de dimensiones.

■ Peso (kg/m)

Diámetro nominal pulgadas	Diámetro nominal mm.	Diámetro exterior mm.	Tubo acero soldado			Tubo acero sin soldadura		
			Espesor s/norma EN 10255 Serie L2 ISO R65	Espesor s/norma EN 10255 Serie M DIN 2440	Espesor s/norma EN 10217-1 DIN 2458	Espesor s/norma EN 10216-1 DIN 2448	Espesor s/norma EN 10255 Serie M DIN 2440	Espesor s/norma EN 10255 Serie H DIN 2441
1/8"	6	10,2		2 0,404		1,6 0,34	2 0,404	2,6 0,487
1/4"	8	13,5	1,8 0,515	2,3 0,641		1,8 0,52	2,3 0,641	2,9 0,765
3/8"	10	17,2	1,8 0,67	2,3 0,839		1,8 0,69	2,3 0,839	2,9 1,02
1/2"	15	21,3	2 0,947	2,6 1,21		2 0,96	2,6 1,21	3,2 1,44
3/4"	20	26,9	2,3 1,38	2,6 1,56		2,3 1,40	2,6 1,56	3,2 1,87
1"	25	33,7	2,6 1,98	3,2 2,41		2,6 1,99	3,2 2,41	4,0 2,93
1 1/4"	32	42,4	2,6 2,54	3,2 3,1		2,6 2,55	3,2 3,1	4,0 3,79
1 1/2"	40	48,3	2,9 3,23	3,2 3,56		2,6 2,93	3,2 3,56	4,0 4,37
2"	50	60,3	2,9 4,08	3,6 5,03		2,9 4,11	3,6 5,03	4,5 6,19
2 1/2"	65	76,1 73,0	3,2 5,71	3,6 6,42		2,9 5,24	3,6 6,42	4,5 7,93
3"	80	88,9	3,2 6,72	4 8,36		3,2 6,76	4 8,36	5,0 10,3
4"	100	114,3	3,6 9,75	4,5 12,2		3,6 9,83	4,5 12,2	5,4 14,5
5"	125	139,7		5 16,6		4 13,4	5 16,6	5,4 17,9
6"	150	168,3 165,1		5 19,8		4,5 18,2	5 19,8	5,4 21,3
7"	175	193,7				5,4		
8"	200	219,1			4,5 23,8	25,1 6,3 33,1		
9"	225	244,5				6,3 37,0		
10"	250	273,0			5 33	6,3 41,4		
12"	300	323,9			5 39,3	7,1 55,5		
14"	350	355,6			5 43,2	8 68,6		
16"	400	406,4			6,3 62,2	8,8 86,3		
18"	450	457,0			6,3 70	10 110		
20"	500	508,0			6,3 77,9	11 135		
24"	600	610,0			6,3 93,8			

Tabla de medidas de consumo habitual, disponemos de todas las que las complementan.

Fuente: Grupo ALMESA



**ANEXO B: CATALOGO DE RADIADORES
SELECCIONADOS**

ANEXO B-1 CATALOGO DE RADIADORES DE ALUMINIO JET

Radiadores de Aluminio JET

LOS RADIADORES MODELO JET DE AQUATHERM, ESTAN FABRICADOS PARA PERÚ, CON UNA ALEACION DE ALUMINIO INYECTADO A ALTA PRESION, CUYA PRODUCCION SE SOMETE A RIGUROSOS CONTROLES DE CALIDAD, QUE GARANTIZA UN EQUIPO COMPACTO Y SIN POROSIDAD, SU DISEÑO ES PARA INSTALACIONES DE CALEFACCION POR AGUA CALIENTE HASTA 6 BAR Y 110°C ó VAPOR DE BAJA PRESION HASTA LOS 0.5 BAR.

NUESTROS RADIADORES ESTAN CONFORMADO POR ELEMENTOS QUE TIENEN DOS CAPAS DE RECUBRIMIENTO, LA PRIMERA CAPA DE IMPRIMACION BASE POR ELECTROFORESIS EN INMERSION Y OTRA POSTERIOR DE POLVO EPOXI COLOR BLANCO RAL 9010, AMBAS CAPAS SECADO AL HORNO

SUS ABERTURAS ANTERIORES, ESTAN CONCEBIDAS PARA APROVECHAR AL MÁXIMO LA EMISION DEL CALOR POR "CONVECCION" POR LA PARTE FRONTAL DEL RADIADOR Y OBTENER DE INMEDIATO LA SENSACION DE CONFORT. EN EL AMBIENTE

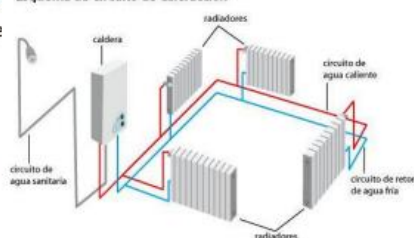


INFORMACION GENERAL DE FUNCIONAMIENTO:

Para el correcto funcionamiento de los Radiadores de Aluminio JET. Estos, tienen que estar conectados mediante una red de agua caliente y otra de retorno a un Generador de Agua Caliente o Vapor.

Este equipo debe estar instalado con todos sus accesorios de control.

Esquema de Circuito de Calefacción



1.-Válvula Termostática:

Es el principal accesorio que controla la temperatura de los ambientes, y permite la apertura y el cierre del ingreso del agua caliente al radiador

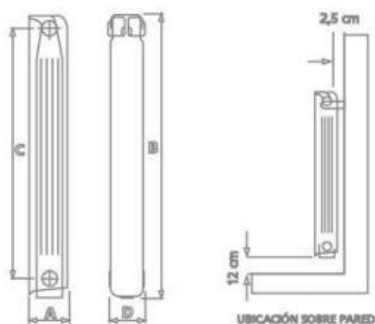


2.-Purgadores de Vapor

Permite la extracción de burbujas de aire en la red



DIMENSIONES Y CARACTERISTICAS TECNICAS DE LOS RADIADORES DE ALUMINIO



Modelos	Cotas (mm.)				Cap. Lit.	Peso Kg.			Exp. "n"
	A	B	C	D			(1)	(2)	
JET 35	85	432	350	80	0.29	0.95	94	146.0	1.298
JET 50	85	582	500	80	0.41	1.20	124.0	191.0	1.328
JET 60	80	680	600	80	0.42	1.35	125.0	193.0	1.321

(1): Emisión Calorífica en Kcal./hr., Según UNE-9-015-86 para $\Delta t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$

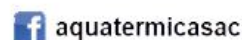
(2) : Emisión Calorífica en Kcal./hr. Según UNE-EN-442, para $\Delta t = 70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

$\Delta t = (T. \text{ Media del Radiador} - T. \text{ Ambiente})$ en $^{\circ}\text{C}$.

"n"= Exponente de la Curva Característica según UNE – EN – 442



AQUATHERMICA SAC.
Tel. 01-6479132 / CEL. 979728145
www.aquatermica.com



Fuente: www.aquatermica.com



**ANEXO D: COTIZACIONES Y TABLAS DE
SELECCIÓN**

ANEXO D-1: COTIZACIÓN DE CALDERA DE GAS CON ACCESORIOS, MONTAJE Y RADIADORES PARA SISTEMA DE CALEFACCION, INCLUYE INSTALACIÓN.

AQUATERMICA
Una Marca que da Confianza y Satisfacción

- Agua Caliente
- Calefacción
- Sistemas Solares
- Saunas
- Piscinas
- Aire Acondicionado
- Tratamiento de Agua
- Equipos hidroneumáticos
- Repuestos en General
- Mantenimiento de equipos Multimarca

COMPRA CON CUALQUIER TARJETA DE CREDITO

COTIZACION - 0786 - 20- V01

EMPRESA: AQP MECANICA
 ATENCION: Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez

TELF.
 LUGAR: Imata - Arequipa
 FECHA: 14/12/2020

REFERENCIA: COTIZACION DE EQUIPOS DE CALEFACCION POR RADIADORES

Previo cordial saludo

Mediante la presente, les presentamos el presupuesto de calefacción central con agua caliente por Radiadores

PRESUPUESTO DE RADIADORES Y ACCESORIOS DE CALEFACCION

IMAGEN	Detalle	C./u. US\$	Cant	TOTAL US\$
	<ul style="list-style-type: none"> - Caldera Mural Baxi - Modelo: Luna 3 - Potencia: 25 kcal./hr (106,000 Btu/hr.) - Bomba Re-circuladora - Tanque de Expansión 	1,650.00	02	3,300.00
	<ul style="list-style-type: none"> - RADIADORES DE ALUMINIO - Radiador de Aluminio inyectado Aquatherm - Modelo Jet 60:10 Elementos - Color: Blanco 	185.00	02	370.00
	<ul style="list-style-type: none"> - RADIADORES DE ALUMINIO - Radiador de Aluminio inyectado Aquatherm - Modelo Jet 60:12 Elementos - Color: Blanco 	225.00	15	3,375.00
	<ul style="list-style-type: none"> - Llave termostática NT monogiro - Baxi - Detentor - Purgador de aire - Soporte de panel - Tapón 	60.00	17	1,020.00
	- Transformador de 220 V/ 110 V – 60 Hz. Con caja metálica	50.00	1	50.00
COSTO FINAL DE EQUIPOS			US\$.	8,115.00

CALENTADORES A GAS

BAXI
LA NUEVA CLIMATIZACIÓN

BOMBAS DE PRESION CONSTANTE

PEDROLLO
... Electrobombas para agua

HAYWARD

PENTAIR

Fuente: Compañía: AQUATERMICA S.A.C., Lima, Perú.

AQUATERMICA
Una Marca que da Confianza y Satisfacción

- Agua Caliente
- Calefacción
- Sistemas Solares
- Saunas
- Piscinas
- Aire Acondicionado
- Tratamiento de Agua
- Equipos hidroneumáticos
- Repuestos en General
- Mantenimiento de equipos Multimarca

COMPRA CON CUALQUIER TARJETA DE CREDITO

COTIZACION - 0786 - 20- V01

2.- COSTO DE MATERIALES PARA INSTALACION DE RADIADORES

IMAGEN	Detalle	C./u. US\$	Cant	TOTAL US\$
	Cañería de Calefacción PEX AL PEX de ½"	1.60	90	144.00
	Cañería de Calefacción PEX AL PEX de ¾"	2.20	32	70.40
	Cañería de Calefacción PEX AL PEX de 1"	3.80	72	273.60
	Tee de 1"	11.60	14	162.40
	Tee de ¾"	8.50	12	102.00
	Tee de ½"	4.33	10	43.30
	Reducción de 1" a ½"	4.95	18	89.10
	Reducción de ¾" a ½"	4.50	12	81.00
	Codos de ½"	3.37	30	101.10
	Codos de ¾"	5.72	12	68.64
	Codos de 1"	7.90	22	173.80
	Codo Adaptador hembra de ½"	3.50	30	105.00
	Aislante térmico tubular tipo Armaflex de ½" x ½" x 4 mts	1.80	45	81.00
	Aislante térmico tubular tipo Armaflex de ¾" x ½" x 4 mts	2.28	16	36.48
	Aislante térmico tubular tipo Armaflex de 1" x ½" x 4 mts	3.50	36	126.00
COSTO TOTAL DE MATERIALES			Us\$	1,657.82

3.- PASAJES, ALIMENTACIÓN Y ESTADIA EN IMATA

Item	Detalle	Cant.	C./u. US\$	TOTAL Us\$
	- Mano de obra por radiador	15	150.00	2,250.00
	- Pasajes Lima – Arequipa - Imata	02	300.00	600.00
	- Hospedaje Diario (4 personas)	15	30.00	450.00
	- Alimentación Diaria (4 Personas)	15	25.00	375.00
	- Viáticos	15	30.00	450.00
	- Seguros, sctr y Exámenes médicos	4	70.00	280.00
COSTO TOTAL			soles	4,405.00

CALENTADORES A GAS

Fuente: Compañía: AQUATERMICA S.A.C., Lima, Perú.



- Agua Caliente
- Calefacción
- Sistemas Solares
- Saunas
- Piscinas
- Aire Acondicionado
- Tratamiento de Agua
- Equipos hidroneumáticos
- Repuestos en General
- Mantenimiento de equipos Multimarca



COTIZACION - 0786 - 20- V01

RESUMEN DEL PRESUPUESTO

1.- EQUIPOS DE CALEFACCIÓN	US\$ 8,115.00
2.- SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERIAS	US\$ 1,657.82
3.- MANO DE OBRA	US\$ 4,405.00
COSTO TOTAL	US\$14,177.82

El presupuesto no considera:

- Traslado de equipos a puntos de instalación
- El trabajo se entrega en 15 días, no considera el tiempo adicional de demora, donde no es responsable la empresa

CONDICIONES COMERCIALES:

PRECIO	: Los Precios Incluyen IGV., y están en Soles
FORMA DE PAGO	: Adelanto del 70 % y saldo contra entrega
TIEMPO DE ENTREGA	: 20 días
VALIDEZ DE LA PROPUESTA	: 15 días.

De ser aprobado el presupuesto La ORDEN DE COMPRA se emitirá a nombre de:

Razón Social: AQUATERMICA SAC
RUC. N° 20551779026
Dirección: Calle Portada del Sol 885 – Urb. Zarate- S.J.L. – Lima.

Los pagos se realizan en el Banco:

Banco	Moneda	Cuenta Corriente	Código interbancario
 Banco de Crédito BCP	Soles	N° 193-2050724-0-82	N° 002-193-002050724082-16
	Dólares	N° 191-2253516-1-96	N° 002-191-002253516196 - 56

Contacto:

Ing. Javier Atausinchi S
Telf. Oficina: (01) 647 9132
Cel.: 979728145
Correo electrónico: ventas@aquatermica.com

Esperando ser favorecidos con su Orden, nos despedimos de Ud.

Atentamente

.AQUATERMICA SAC



Fuente: Compañía: AQUATERMICA S.A.C., Lima, Perú.

ANEXO D-2: TABLAS PARA SELECCIÓN DE EQUIPOS ABLANDADORES

Calderas Intesa
INGENIEROS & TECNICOS EJECUTORES S.A.
Ablandadores de Agua

TRATAMIENTO DE AGUA

ABLANDADOR DUPLEX
DE
TIPO MANUAL

Ing. Carlos Gordillo Andía
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
CIP. 30624

DESCRIPCIÓN GENERAL
De construcción de acuerdo a norma ASME y fabricadas en planchas A-36 compuesto por Tanque Reactor y Tanque de Sal.

Dichos Equipos eliminan las incrustaciones de las sales insolubles en el agua (Silicio, Magnesio, Calcio y otras), a través del intercambio de iones, para lo cual se utiliza un lecho de resinas AMBERLITE IR-120 PLUS, fuertemente ácida, TIPO GEL DE ALTA CAPACIDAD.

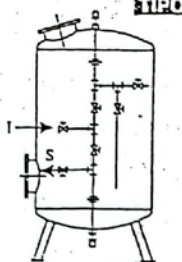
Estos Ablandadores se fabrican de tipo Manual, Semi-Automático y Automático. Simples o Duplex.

39

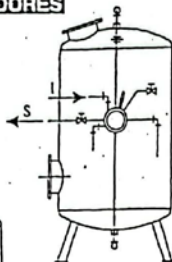
Escaneado con CamScanner

CUADRO DE DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA ABLANDADORES DE AGUA

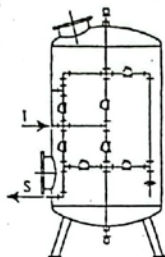
TIPOS DE ABLANDADORES



OPERACION MANUAL
VALVULA DE COMPUERTA



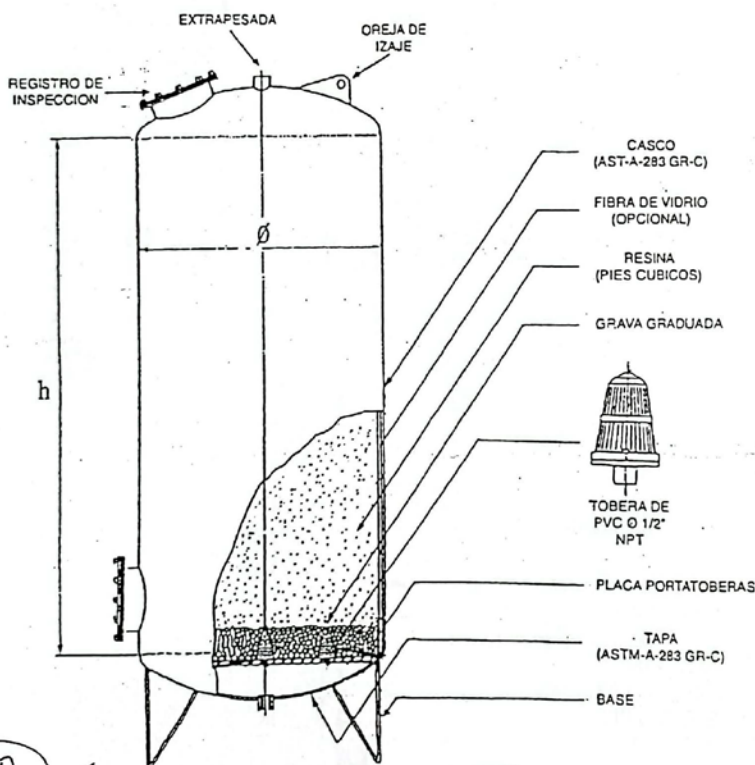
OPERACION SEMI-AUTOMATICA
VALVULA DE MULTI-PORT



OPERACION AUTOMATICA
VALVULA DE DIAFRAGMA

MODELO	ABLANDADOR Dxh	PIES RESINA	CAUDAL (GPM)	CAPACIDAD INTERCAMBIO (MILES DE GRANOS)	Ø DEL ARBOL DE TUBERIAS
CF-3	12"x48"	3	9	90	3/4"
CF-4	16"x48"	4	12	120	3/4"
CF-6	20"x60"	6	18	180	1"
CF-7	22"x60"	7	24	210	1"
CF-9	24"x60"	9	28	270	1 1/4"
CF-12	26"x60"	12	36	360	1 1/4"
CF-14	30"x60"	14	42	420	1 1/2"
CF-15	30"x72"	15	45	450	1 1/2"
CF-20	36"x72"	20	60	600	2"
CF-24	40"x72"	24	72	720	2"
CF-29	42"x72"	29	77	870	2 1/2"
CF-35	46"x72"	35	105	1,050	2 1/2"
CF-45	60"x72"	45	135	1,350	3"
CF-60	72"x80"	60	180	1,800	4"

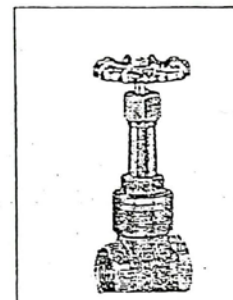
NOTA.- Para ablandadores no especificados en la tabla consultar al Departamento Técnico.



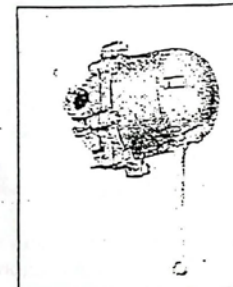
VALVULA DIAFRAGMA



VALVULA DE COMPUERTA



VALVULA DE MULTI-PORT



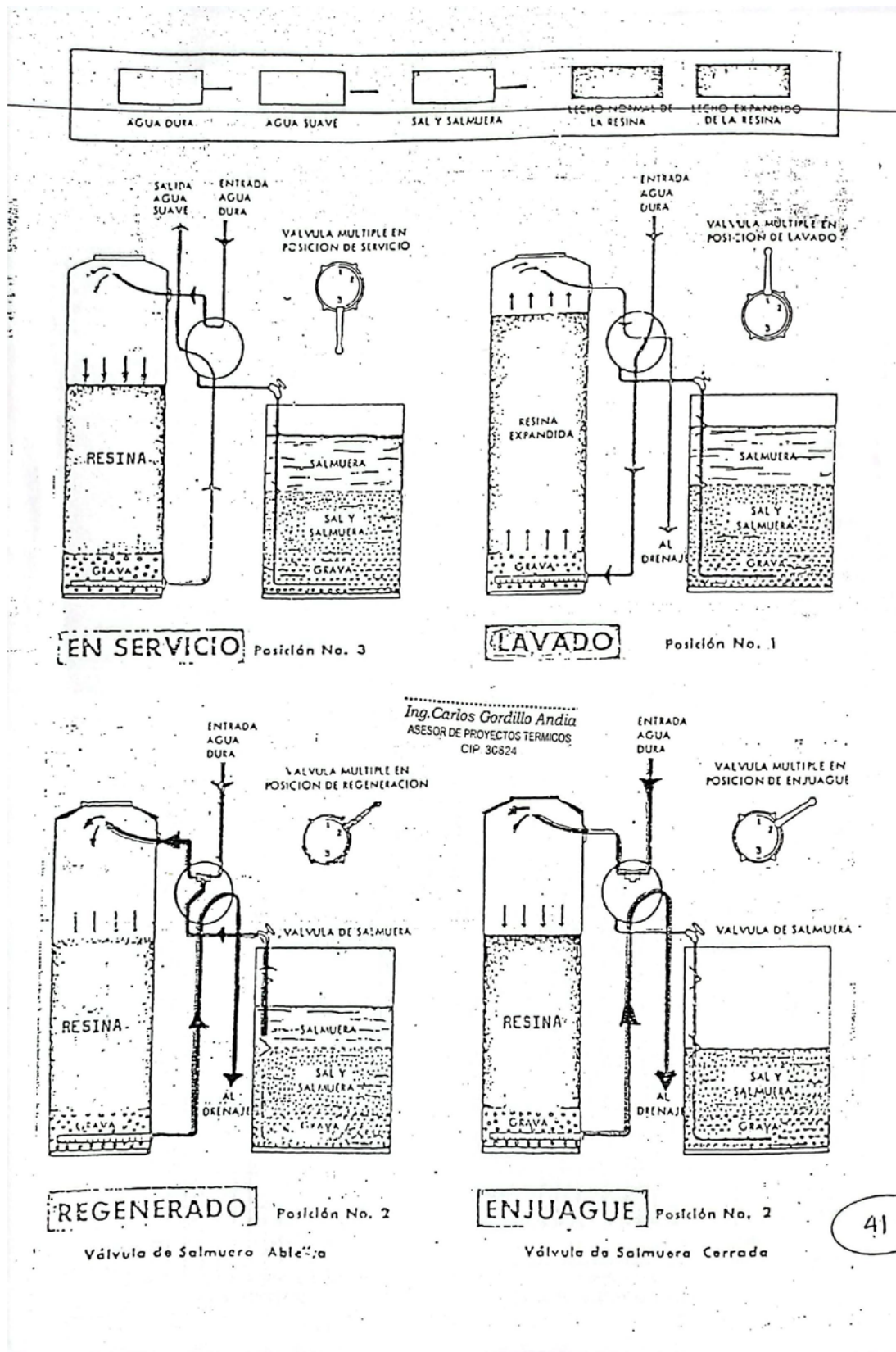
40



Ing. Carlos Gordillo Andia
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
CIP 30324

Oficina : Epsilon 248 - 3er. piso Parque Internacional de la Industria y Comercio
Callao 1 - Lima - Perú Telfs.: 464-2840 / 464-8580 Telefax: 051-14-642340

Escaneado con CamScanner



Escaneado con CamScanner



AMBERLITE IR-120 PLUS

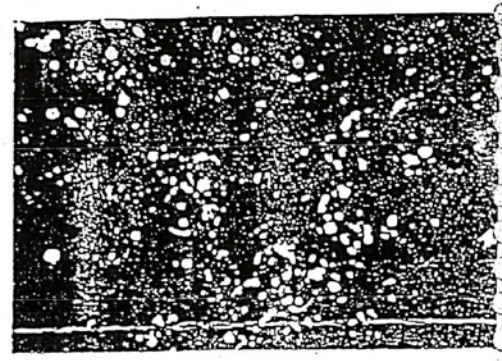
La Amberlite IR-120 Plus es una resina intercambiadora de cationes, fuertemente ácida, tipo Gel, sintética y de alta capacidad, tipo poliestireno-sulfonado y se suministra en forma hidrógeno o sodio en partículas esféricas transparentes de color amarillo casi perfectas como si fueran perlas, se utilizan en la suavización del agua industrial, desalcalinización, desionización o en aplicaciones de procesos químicos.

La Amberlite IR-120 Plus combina las propiedades de alta capacidad y gran resistencia a la fractura que pudiera ser provocada por la atrición y por impacto osmótico, ofreciendo una mínima caída de presión a través del lecho en una amplia variedad de condiciones de operación.

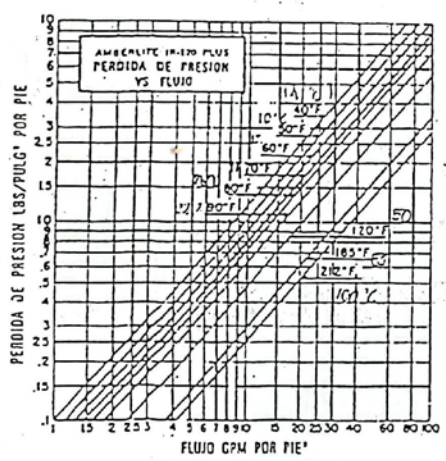
ALTA CAPACIDAD.—Cada pie cúbico de Amberlite IR-120 Plus muestra una capacidad de operación y eficiencia de regeneración equivalente a la alta capacidad de las resinas intercambiadoras de cationes tipo gel convencionales y removerá 30,000 granos de dureza (calculado como carbonato de calcio) cuando es regenerado con 15 libras de sal.

RESISTENCIA A LA FRACTURA DE LAS PERLAS.—La Amberlite IR-120 Plus es superior a las resinas intercambiadoras de cationes tipo gel convencionales, en lo que respecta a su resistencia a la fractura de partículas. La resistencia de esta resina a la oxidación es similar a la que presentan las resinas convencionales ya que tienen el mismo grado de enlaces cruzados.

ESTABLE DENTRO DEL RANGO COMPLETO DE pH
INSOLUBLE EN TODOS LOS SOLVENTES COMUNES

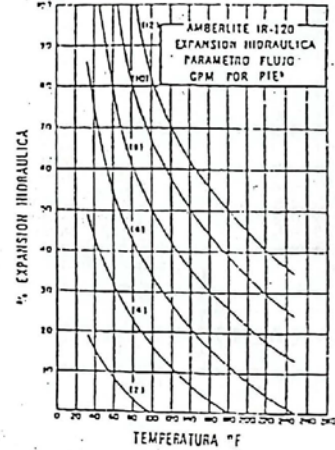


PERDIDA DE PRESION.—La pérdida de presión aproximada por cada pie de profundidad de lecho de la Amberlite IR-120 Plus en la operación normal descendente a varias temperaturas se muestra en la gráfica:



CONVERSION METRICA: $m^3/Hr. = GPM/ptg^2 \times 2.45$
 $mH_2O/m\ resina = lbs/ptg^2 \times 2.3$

CARACTERISTICAS DE RETROLAVADO.— Después de cada ciclo de servicio, la Amberlite IR-120 Plus deberá ser retrolavada con agua para reclasificar las partículas de resina y expulsar del lecho todo el material insoluble en suspensión el cual pudo quedar atrapado en la parte superior del lecho de la resina. El lecho de resina deberá expandirse un 50% mínimo durante el retrolavado.



Ing. Carlos Gorrallo Andía
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
CIP 30624

Características físicas

A continuación se enlistan las características físicas típicas de la Amberlite IR-120 Plus.
FORMA FÍSICA.—Dura, resistente a la atrición, amarilla, 10-50 mallas (normas U.S.), partículas esféricas, totalmente hidratadas.
PESO DE EMBARQUE.—53 libras por pie cúbico—forma sodio 24.09 (kg/pie³), 50 libras por pie cúbico—forma hidrógeno (22.72 kg/p³).
CONTENIDO DE HUMEDAD.—45%*.
TAMARO EFECTIVO.—0.50 mm.*
COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD.—1.6 máximo.
DENSIDAD.—51 libras por pie cúbico...
VOLUMEN VACIO.—35 a 40%.

* Aproximado.

CONDICIONES DE OPERACION SUGERIDAS

(forma sodio o hidrógeno)

pH	1.0 a 14.0
Temperatura máxima	121°C (250°F)
Altura mínima del lecho	61 cms. (24 pulgadas)
Flujo de retrolavado	Ver información detallada
Flujo de enjuague	2 gal/pie ² /min. (16 *VR/Hr)

* VR = Volumen de resina.

OPERACION DE CICLO-HIDROGENO

Las condiciones de regeneración recomendadas para el ciclo de operación hidrógeno de la Amberlite IR-120 Plus se enlistan a continuación.

CONCENTRACION DEL REGENERANTE.—1 a 5% H₂SO₄ o 4 a 10% HCl.

FLUJO REGENERANTE.—0.5 a 1.0 gal/pie²/min. (4 a 8 VR/Hr).

FLUJO DE ENJUAGUE.—Inicialmente igual al flujo de regenerante, después puede aumentarse a 1.5 gal/pie²/min. (12 VR/Hr).

REQUERIMIENTOS AGUA DE ENJUAGUE.—25 a 75 gal/p². (3.4 a 10.1 VR).

REGENERACION.—Las tablas que se presentan a continuación muestran la relación que hay entre capacidad y niveles de ácido sulfúrico y clorhídrico para la regeneración. La concentración de ácido sulfúrico usado después del agotamiento con NaCl fue del 10%. Después del agotamiento con CaCl₂, se regenera con 2% del ácido sulfúrico para evitar precipitación de sulfato de calcio.

Una solución al 10% de ácido clorhídrico se usó en el estudio de agotamiento con NaCl y CaCl₂ en ambos casos.

Regeneración con ácido

Solución de agotamiento (ppm como CaCO ₃)	Nivel de regeneración lbs de 66°C como		Capacidad	
	H ₂ SO ₄ por pie ² de resina	g ácido/L resina	kgz como CaCO ₃ pie ² resina	gCaCO ₃ /L
500 ppm NaCl	5.0	80	17.7	40.5
	10.0	160	27.3	62.6
	20.0	320	34.0	78.0
500 ppm CaCl ₂	5.0	80	11.0	25.1
	15.0	240	22.0	51.6
	25.0	400	27.0	63.0

Solución de agotamiento (ppm como CaCO ₃)	Nivel de regeneración (lbs de 30% HCl/p ² de resina)	Capacidad (Kgr* como CaCO ₃) p ² de resina
500 ppm CaCl ₂	5	11.0
	15	22.5
	25	27.5

* Kgr = Kilo gramo.

OPERACION CICLO SODIO

La Amberlite IR-120 Plus dará excelentes resultados tanto en suavizadores ciclo sodio, en frío como en sistemas de procesos calientes. Las condiciones de regeneración recomendadas para la operación de ciclo sodio se describen a continuación.

CONCENTRACION DEL REGENERANTE.—10% NaCl.

FLUJO DE REGENERACION.—1 gpm/pie². (8 VR/Hr).

FLUJO DE ENJUAGUE.—1 gpm/pie² inicial, después 1.5 gpm/pie². (12 VR/Hr).

REQUERIMIENTOS AGUA DE ENJUAGUE.—25 a 75 gal/pie² (3.4 a 10.1 VR).

REGENERACION.—La relación entre el nivel de regeneración y capacidad está sumariada en la siguiente tabla. Los datos fueron obtenidos usando 500 ppm (como CaCO₃) solución cloruro de calcio.

Nivel de regeneración	Capacidad (Kgr.* como CaCO ₃ /p ² de resina)	Eficiencia de regeneración (lbs. NaCl/Kgr.* removido)
5	18.0	0.28
15.0	30.0	0.50
25.0	34.0	0.74

* Kgr = Kilo gramo.

APLICACIONES

SUAVIZACION.—La durabilidad y alta capacidad de la Amberlite IR-120 Plus permite su uso para la suavización industrial del agua, independientemente del contenido de su dureza. Su gran resistencia a la fractura ofrece un mínimo de generación de material fino y por lo tanto, una operación más prolongada a las condiciones de diseño de pérdida de carga que una resina intercambiadora de cationes tipo Gel Estándar.

DESIONIZACION.—El uso de la Amberlite IR-120 Plus en equipo de desionización en lechos separados o sistemas Monobed con las resinas intercambiadoras de aniones fuertemente básicas como la Amberlite IRA-400 y la Amberlite IRA-402 producen agua de excelente calidad para alimentación a calderas u otros usos industriales.

PROCESOS QUIMICOS.—La gran resistencia física de la Amberlite IR-120 Plus la convierte en una excelente resina a seleccionar para aplicaciones de procesos químicos.

Estos datos y sugerencias se basan en información que nosotros creemos ser fidedigna. Ellos se ofrecen de buena fe pero sin garantía, ya que las condiciones y métodos de uso de nuestros productos están fuera de nuestro control. Recomendamos que el posible usuario determine las propiedades de nuestros materiales y sugerencias antes de aplicarse a escala comercial. Las sugerencias para los usos de nuestros productos no se deben entender como recomendaciones que pueden usarse en violación de cualquier patente o como permiso o licencia para el uso de cualquier patente de Rohm and Haas Company. AMBERLITE es una marca registrada de Rohm and Haas Company de Filadelfia.

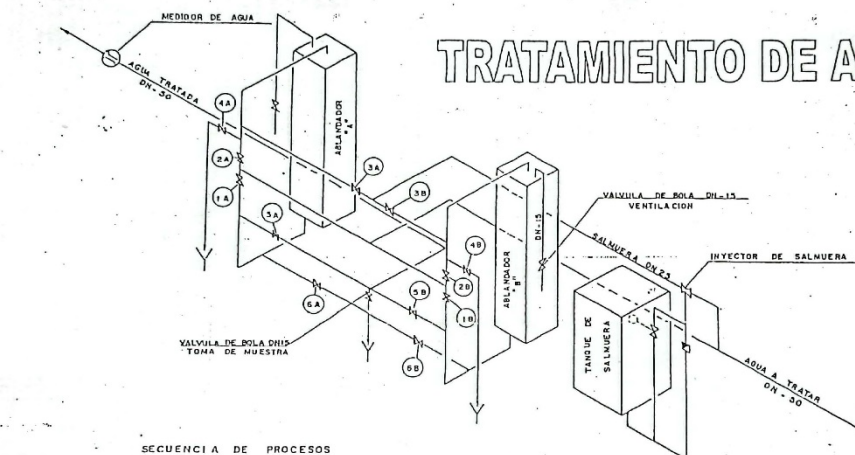
Ing. Carlos Gordillo Andía
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
CIP 30324

43

44

Ing Carlos Gerardo Aranda
ASESOR DE PROYECTOS FINIENDOS
CIP 31524

TRATAMIENTO DE AGUA



SECUENCIA DE PROCESOS

SECUENCIA "1"		SECUENCIA "2"		SECUENCIA "3"		SECUENCIA "4"	
ABLANDAMIENTO		RETROLAVADO: 10 ml/l		REGENERACION: 20 ml/l		ENJUAGUE: 30 ml/l	
CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA	CERRADA	ABIERTA
1	2	2	1	1	3	1	2
3	5	3	4	2	6	3	6
4		5		4		4	
6		6		5		5	

MATERIAL VALVULAS DE COMPUERTA: DN 50
TUBERIAS GALVANIZADO: DN 50

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN

DISPOSICION DE TUBERIA, VALVULAS Y SECUENCIA DE PROCESOS

ESCALA: S/E

	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MODIFIC.	FECHA	PLANO N°
PROYECTO						11, 2
DIBUJO						
REVISO					OBSERV.	
APROBO						

Escaneado con CamScanner



ANEXO D-3: TABLAS DE SELECCIÓN DE TRAMPAS DE VAPOR

TRAMPAS DE VAPOR

Selección de una trampa para vapor

Con la aplicación en mente, referirse a la "Guía para Selección de Trampas" en la página 107 de este catálogo con el fin de elegir el mejor tipo de trampa. Siempre que no estén involucradas condiciones inusuales esta guía proveerá la mejor elección para la mayoría de las aplicaciones que se presenten.

Dimensionamiento de las trampas para vapor

La información que se requiere para dimensionar correctamente una trampa, es la carga de condensado, la presión de entrada, y cualquier contrapresión en la línea de retorno. Para determinar el tamaño exacto se necesitan llevar a cabo las siguientes etapas:

Etapas 1 - Reunir la Información Requerida.

- A. Calcular o estimar la máxima carga de condensado en lb/h, kg/h o kg/s. Referirse a las fórmulas de la pág. 100 para calcular la carga de condensado. Como regla general una trampa de 1/2 pulg. tiene capacidad adecuada para drenar las cargas livianas que se dan en la mayoría de las tuberías de vapor. Es recomendable el trapeo en paralelo para poder manipular cargas mayores en el caso de arranque automático, o sea, sin drenaje manual por el by-pass. Para las trampas de proceso y de calentamiento, con cargas más pesadas de condensado, se requiere un dimensionamiento más cuidadoso.
- B. Presión a la entrada de la trampa. Esta puede ser insignificamente menor que la presión del vapor en la tubería de suministro. Por ejemplo, en un intercambiador de calor, la presión en la trampa será igual a la presión en la línea menos la caída de presión a través de la válvula de control a la máxima carga. En algunos casos la caída de presión en el intercambiador también reducirá la presión en la trampa. Se debe seleccionar una trampa con un rango de presión igual o mayor al de la presión en la línea de vapor, pero con una capacidad basada en la presión estimada a la entrada de la trampa. En el ejemplo del intercambiador de calor, si todo el vapor condensa en el serpentín, la trampa sólo estará presurizada por la altura hidráulica de condensado antes de ésta que será de 1/2 psi por cada 12 pulg. de diferencia entre los niveles de descarga del serpentín y la entrada de la trampa.
- C. La contrapresión contra la que debe operar la trampa. En muchas instalaciones la tubería de descarga de la trampa está conectada a un sistema general de retorno que puede estar presurizado. La trampa deberá entonces, operar contra esta presión más cualquier cabeza estática que también deberá considerarse si se requiere que el condensado se eleve después de la trampa. La contrapresión reducirá la capacidad de la trampa en un porcentaje establecido en la pág. 100

Convenciones en la Denominación de Trampas	
FT	Trampa de Flotador Termostática
SLR	Relevador del Sello de Vapor
IB	Trampa de Balde invertido
TD	Trampa Termodinámica
BPT	Trampa Termostática de presión balanceada
PRV	Válvula reductora de presión
TCV	Válvula de Control de Temperatura
PPP	Bomba operada por presión
AV	Ventoe de aire

Etapas 2- Aplicar el Factor de Seguridad.

El factor de seguridad es la relación entre la máxima capacidad de descarga de la trampa y la carga de condensado que se espera manejar realmente. Está influenciado principalmente por:

- A. Características de operación de la trampa.
- B. Exactitud de la carga de condensado estimada o calculada.
- C. Condiciones de presión a la entrada y salida de la trampa.

Si se pueden determinar exactamente la carga de condensado y las condiciones de presión, el factor de seguridad puede ser el mínimo para evitar sobredimensionar la trampa. Las trampas sobredimensionadas, especialmente las de balde invertido y las de presión balanceada, no sólo cuestan más inicialmente sino que también operan menos eficientemente provocando fugas de vapor a alta velocidad que las erosiona prematuramente.

En el caso de plantas pequeñas, para ayudar a prevenir el sobredimensionamiento, se pueden comparar la capacidad total de sus trampas con la capacidad de producción de la caldera, en lb/h, resultante de multiplicar los caballos caldera (BHP) de la misma por 34.5. En la pág. 100 se encuentran los factores de seguridad recomendados para los diferentes tipos de trampas.

Etapas 3- Dimensionamiento de las Trampas con las Tablas de Capacidad.

Asegurarse de que las tablas están basadas en condensado caliente bajo las condiciones normales de operación en lugar de que den datos con condensado frío que mostrarán capacidades considerablemente altas. Los datos de capacidades publicados por Spirax Sarco son tomados de ensayos efectuados a diferentes presiones de entrada de vapor con descarga a la atmósfera. En aquellas aplicaciones donde deban considerarse condiciones de contrapresión las capacidades deben corregirse de acuerdo a la tabla de pág. 100

Ing. Carlos Gorállo Andía
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
CIP. 30624

46

INSTALACIONES CON TRAMPAS DE VAPOR

Calefacción ambiental

Radiadores de Vapor y Convectores

Con el tipo standard de radiadores de vapor que normalmente operan a una presión inferior a 40 psi (2.8 bar), usar una trampa termostática de presión balanceada como se muestra en la Fig. 9. En algunas instalaciones, este tipo de radiador se usa en conjunto con un sistema de retorno al vacío.

Si no obstante, el gabinete es de tiro forzado (con un ventilador incorporado), la mayor exigencia de rendimiento requiere que el espacio de vapor se mantenga libre de condensado y aire. Lo ideal es una trampa de flotador termostática pero si es instalada "elegantemente" en el interior del gabinete se pueden presentar problemas. Una alternativa satisfactoria sería la trampa termostática de presión balanceada instalada de tal forma que permita disponer de la mayor pierna de enfriamiento posible.

Páneles y tubos radiantes

El rendimiento depende de que se consiga una elevada temperatura superficial. Es vital, por lo tanto, eliminar rápidamente el condensado. Los mejores resultados se obtienen trapeando individualmente cada pánel con una trampa de flotador que pueda también eliminar aire (Fig. 10).

Serpentines suspendidos

Las instalaciones de calefacción en base de tubos zig-zag en el techo, adolecen siempre de problemas de golpes de ariete, el calor se difunde lentamente y es difícil el control de temperatura. Es siempre mejor instalar el sistema como en la Fig. 11 usando trampas termostáticas de presión balanceada BPT con elemento de acero inoxidable, o trampas de balde invertido para eliminar los problemas. En el caso en que se usan trampas de balde invertido, el calentamiento puede acelerarse colocando eliminadores termostáticos de aire (Fig. 12).

Calentadores por convección y Radiadores de calentamiento

Tanto los calentadores por convección como los radiadores o serpentines producen una cantidad apreciable de condensado en el pequeño espacio para vapor. Cualquier acumulación de aire o de condensado causará desuniformidad en la temperatura y esto, eventualmente, dañará los radiadores. Usar una pequeña trampa de flotador instalada próxima a la salida para prevenir el taponamiento con vapor (Fig. 13).

Con radiadores horizontales como los que se usan en los calentadores de tiro vertical forzado, cualquier reducción en la salida del condensado debe ser practicada utilizando una reducción excéntrica. Esto prevendrá la retención del condensado. A la salida y por debajo debe instalarse una trampa tal como en la Fig. 14. El escurrimiento del condensado puede facilitarse instalando la unidad con una ligera pendiente en la dirección de la salida final.

En el caso, como el de las baterías calefactoras de aire, donde se instalan en serie, contra el flujo de aire, varias unidades verticales de calentamiento, el trabajo en cada sección será progresivamente menor y cada una tendrá un grado de condensación distinto. Cada sección deberá drenarse separadamente con una rampa de flotador termostática. Si por alguna razón tal como golpe de ariete o disponibilidad de espacio no se puede usar una trampa de flotador, una posible alternativa sería la trampa de balde invertido. En este caso se recomienda

instalar a la entrada de la trampa una válvula cheque para prevenir la pérdida del sello debido a la repentina caída de presión que se presentará cuando se arranque el ventilador. Si en un sistema se usa vapor de alta presión se pueden conseguir ahorros recolectando el condensado, separando el vapor flash y alimentando este vapor en el primer cuerpo de la batería. Cuando la batería de calentamiento tiene instalada en la alimentación del vapor una válvula de control, ya sea manual o automática, el condensado deberá ser drenado por gravedad. Las condiciones de vacío que puedan presen-

tarse en el espacio de vapor, impedirán la remoción de condensado. Debe instalarse un rompavacío Spirax Sarco en los serpentines o en la tubería entre la válvula de control y la entrada de vapor a los serpentines. La solución más eficiente es la instalación de una bomba de condensado PPP con una trampa de flotador en combinación (ver: Drenaje de equipos calentados con vapor y controlados termostáticamente). En algunas baterías calefactoras puede ser una ventaja ventear el aire en el cabezal de entrada. Cuando se usan trampas de balde invertido es necesario instalar un venteo de aire en un by-pass alrededor de la trampa.

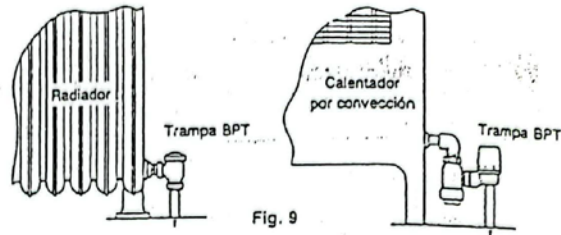


Fig. 9

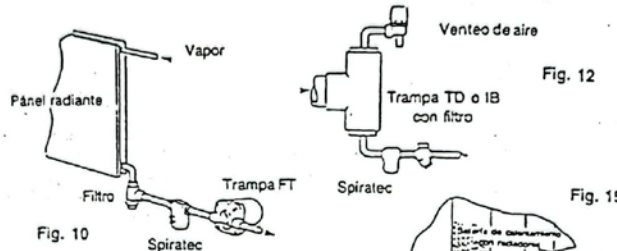


Fig. 10

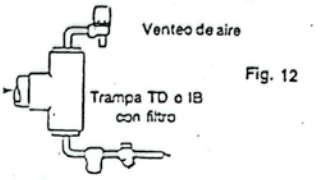


Fig. 12

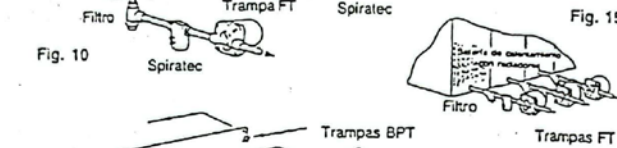


Fig. 15

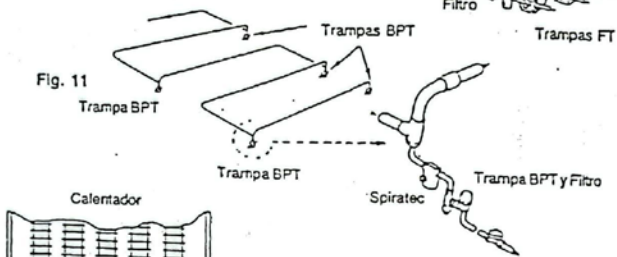


Fig. 11

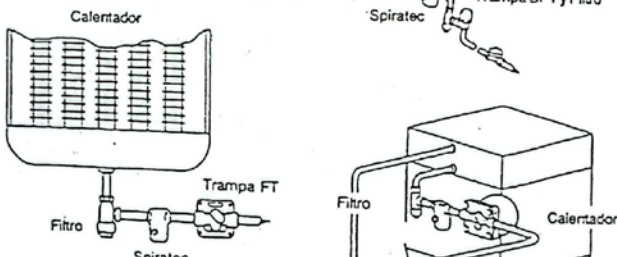


Fig. 13

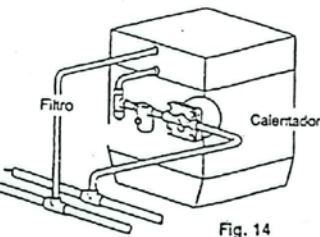


Fig. 14

La bomba de condensados operada por presión, Trampa-Bomba

Esta bomba consta de un mecanismo operado por un flotador que descarga en forma alternativa el condensado cuando el cuerpo se presuriza con vapor o aire comprimido; este mecanismo también ventea el cuerpo una vez desocupado permitiendo que se llene de nuevo. Las válvulas cheque en las conexiones de entrada y salida controlan el flujo a través de la bomba.

Elevación del condensado por bomba

Para drenar el condensado de un equipo que tiene el suministro de vapor controlado por una válvula de control modulante y elevarlo a una altura mayor, o introducirlo en una línea de retorno presurizada, se requiere una línea de retorno presurizada, se requiere una línea de retorno presurizada. El condensado llega a la bomba por gravedad, ya que el venteo de la misma estará conectado al espacio de vapor conformando un "sistema equilibrado". Esta línea de balanceada conectada al equipo permitirá que la bomba se llene en forma independiente de la modulación de la válvula de control que estará variando la presión en el interior del equipo desde valores positivos hasta condiciones de vacío, en algunos casos. Cuando se llena el condensado, la bomba es vaciada por la presión ejercida por el vapor de motivación.

Toda vez que sea factible que la válvula de control permita que la presión del vapor exceda la presión de la línea de retorno (Fig. 47) debe instalarse una trampa de flotador-termostática a la salida de la bomba para prevenir la fuga de vapor por la válvula cheque.

Bomba de condensado drenando condensado de un espacio al vacío.

Para la remoción de condensado de un espacio de vapor, que trabaja bajo condiciones de vacío, puede usarse una trampa común si fuere posible conectarla a un receptor, que esté a un vacío mayor que el que existe en el espacio de vapor, de tal modo que exista una presión diferencial a través del orificio de la trampa para poder descargar el condensado.

Si la condición anterior no puede conseguirse a bomba de condensado puede ser usada (Fig. 48) para drenar el equipo al vacío conectando su línea de venteo al espacio de vacío, como un compensador de presión, para que la bomba se llene por gravedad. El líquido luego puede ser elevado, o, descargado en un desagüe. Cuando el condensado no se eleva, la pérdida de vacío a través de la válvula cheque de salida puede ser evitada conectándola a un sello de goma con una altura de 30 pulg. para prevenir el sifonamiento.

alentamiento de tuberías

líneas de acompañamiento (tracing)
Las tuberías de acompañamiento deben estar dispuestas de forma que tengan una pendiente constante en el sentido de circulación del vapor que la longitud de cada tramo no exceda los 20 pies (6 m) para diámetros de 3/8 pulg. y 30 pies (45 m) para todos los otros diámetros. Cada tramo debe purgarse individualmente por medio de una trampa termostática de presión balanceada especial para tracing, una trampa metálica SM o una termodinámica TD. (Fig. 1). Cuando el "tracado" es simple, normal-



Fig. 47

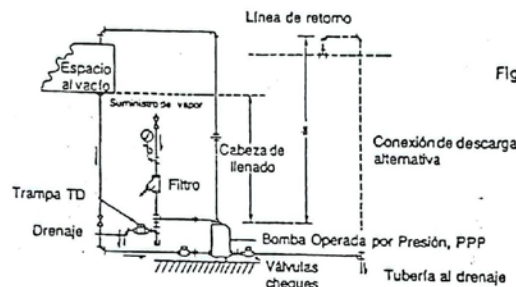


Fig. 48

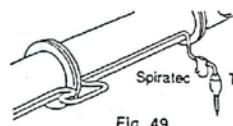


Fig. 49

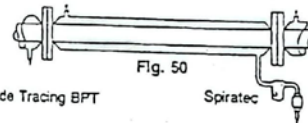


Fig. 50

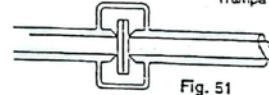


Fig. 51

mente va por la parte inferior de la tubería de producto y cuando es necesario salvar las bridas deberá hacerse mediante una lira horizontal que mantenga la pendiente continua hacia la trampa.

Quando el "tracado" no es crítico, la trampa termostática de presión balanceada para tracing puede instalarse del lado que produzca una descarga a temperatura constante para conservación de energía previniendo la revaporización del condensado. Sin embargo, si es esencial un "tracado" crítico, la trampa debe ser conectada de la manera convencional.

Tuberías encamisadas

Las tuberías encamisadas (Fig. 50) están consultadas generalmente en tramos no mayores de

los 20 pie (6 m). Idealmente cada tramo debería ser trapeado por separado usando una trampa termostática de presión balanceada para tracing o una trampa bimetalica SM. No obstante es práctica frecuente unir hasta 4 tramos, pero es importante tener en cuenta de conectar las camisas por su parte superior (paso de vapor) e inferior (paso de condensado) de tal modo que tanto el vapor como el condensado puedan fluir libre e independientemente. También pueden usarse trampas termodinámicas TD. Es importante mencionar que es frecuente encontrar estas tuberías encauchetadas instaladas a la intemperie por lo que los cuerpos de acero de las trampas BPT para tracing, TD y SM no serán afectados por el congelamiento.

Ing. Carlos Gordillo Andía
INGENIERO DE PROYECTOS TÉCNICOS.
CIP. 30524



Sistema de Retorno de Condensado

El dimensionamiento de un sistema de retorno de condensado no puede ser resuelto con un sólo conjunto de recomendaciones. Los sistemas se dividen naturalmente en un mínimo de tres secciones que tienen requerimientos diferentes.

Dimensionamiento de líneas de Condensado

La tubería en cada sección debe dimensionarse de acuerdo a la condición en que se encuentra el condensado en esa sección cuando es retornado a la caldera.

- Las líneas de drenaje del equipo hacia las trampas transportan por gravedad condensado presurizado a alta temperatura. Ver tabla.
- Las líneas de descarga de las trampas son más complejas debido a que al caer la presión el condensado se convierte en una mezcla de gotas de líquido y vapor flash cuyo volumen aumenta considerablemente a medida que aumenta la presión del sistema. Para sistemas de hasta alrededor de 30 psi puede usarse el método de la tabla siguiente, pero a presiones mayores, el flujo de vapor flash sobrepasa al del líquido. En la pág. 106 se indica cómo determinar el tamaño de tubería para transportar la cantidad de vapor flash a una velocidad de 66 pies/seg o menos lo que facilita la separación por gravedad. Se requiere una completa separación del condensado del vapor flash antes que pueda ser retornado por la bomba. El receptor flash y condensado hace esto en general expandiendo el volumen o mediante otro diseño especial. El vapor flash puede utilizarse o ventearse a través de una tubería, a velocidad suficientemente baja para evitar problemas de arrastre. Usar gráfico pág. 105.
- En un sistema venteado, el líquido condensado, ahora a una temperatura de 212°F (100°C) puede bombarse a través de tuberías adecuadamente dimensionadas.

Líneas de drenaje hacia las trampas

En la primera sección, el condensado tiene que fluir desde la superficie de condensación hasta la trampa.

En la mayoría de los casos, la gravedad colabora para inducir el flujo ya que el espacio de vapor donde se produce el intercambio de calor y las trampas están a la misma presión. Las líneas entre los puntos de drenaje y las trampas pueden ser instaladas con una pequeña pendiente de, por ejemplo, 1 pulg en 10 pies.

La tabla adjunta muestra la capacidad de transporte de agua de diferentes diámetros de tuberías con esa pendiente.

Como es importante permitir el paso de incondensables hacia la trampa y tener capacidad suficiente para la cantidad de agua adicional durante el arranque en frío, en la mayoría de los casos, es suficiente dimensionar estas tuberías considerando el doble de la carga en régimen.

Línea de descarga de trampas

A la salida de las trampas, las líneas de condensado tienen que transportar el condensado y cualquier incondensable junto con el vapor flash liberado.

Donde sea posible, estas tuberías deberán drenarse por gravedad desde las trampas hacia el receptor de condensado, ya sea este un tan-

Diámetro nominal de tubería de acero	Resistencia a la Fricción Aproximada en "Pulg. de Agua" por 100 pies de Tubería					
	1	5	7	10	14	20
1/2"	100	240	290	350	430	460
3/4"	220	560	680	820	990	1000
1"	440	1070	1200	1550	1800	2000
1 1/2"	950	2300	2700	3300	4000	4300
1 3/4"	1400	3500	4200	5000	6100	6600
2"	2800	6800	8100	9900	11800	12700
2 1/2"	5700	13600	15500	20000	22900	25700
3"	9000	21500	25800	31000	37000	39600
4"	18600	44000	52000	63400	75500	81000

que flash o el receptor venteado de una bomba.

Se encontrará que donde las presiones aguas arriba de las trampas sean hasta alrededor de 30 psi, el método de dimensionamiento antes descrito es más que adecuado. A presiones aguas arriba mayores, el volumen de vapor flash comienza a ser significativo y debe ser tenido en cuenta.

El gráfico de la página 105 permite que las tuberías sean dimensionadas como líneas de vapor flash ya que el volumen de condensado es mucho menor que el volumen de vapor liberado.

El drenaje de condensado, proveniente de trampas instaladas en equipos que trabajan a presiones distintas, a una línea común de retorno, es un concepto que muchos encuentran difícil.

A menudo se asume que el condensado de alta presión evitará que el condensado de baja presión pase a través de las trampas produciéndose el anegamiento del sistema de baja presión.

Sin embargo, los términos alta presión y baja presión pueden sólo aplicarse a las condiciones del lado de la entrada de la trampa.

A la salida de las trampas, es decir aguas abajo, la presión debe ser la común a la línea de retorno.

Esta presión en la línea de retorno será la suma de como mínimo tres componentes:

- La presión al final de la línea de retorno, ya sea atmosférica o la del tanque en el cual descarga la línea.
- La altura hidrostática para elevar el condensado hasta la línea.
- La caída de presión al transportar el condensado y vapor flash a través de la línea.

El ítem 3 es el único que puede dar algún problema si a la línea común de retorno entra condensado proveniente de fuentes a distintas presiones.

La tubería de retomo deberá ser lo suficientemente grande para llevar todo el líquido condensado y las cantidades variables de vapor flash asociadas con él, sin que se presenten velocidades elevadas en la línea y caídas de presión excesivas.

Si se acepta esto el área seccional de flujo de la línea de retorno total será la misma, ya sea si se usa una sola línea o si se usan dos o más líneas que toman cada una condensado de un sólo equipo.

Si se olvida que la tubería debe transportar tanto vapor flash como condensado y ese flash es liberado en cantidades apreciables del con-

densado de alta presión, el retorno podría resultar subdimensionado ocasionando una alta contrapresión a la descarga de las trampas y restringiendo o impidiendo la descarga de las trampas de baja presión.

Líneas de bombeo de condensado

Finalmente, el condensado es a menudo bombeado desde el receptor hasta la caldera. Estas líneas conducen solamente agua y pueden utilizarse velocidades un poco mayores para reducir el tamaño de las tuberías.

Las pérdidas adicionales por fricción no deben aumentar la contrapresión hasta el punto de afectar la capacidad de la bomba.

Existen tablas apropiadas que pueden usarse para estimar la resistencia a la fricción que presentan las tuberías.

Las bombas eléctricas se seleccionan para una capacidad entre 2,5 y 3 veces el flujo de condensado que llega al receptor. Este incremento del flujo instantáneo debe ser tenido en cuenta cuando se dimensionan las líneas de condensado. Similares consideraciones deben hacerse cuando se usan bombas operadas por presión.

Cuando las líneas de condensado son largas, el agua fluyendo a lo largo de la tubería tiene un momento considerable cuando la bomba descarga. Al final del ciclo de descarga, cuando la bomba para, el agua tiende a mantener su movimiento a lo largo de la tubería y puede introducir en la tubería, a través de la válvula cheque, aire o vapor. Cuando esta burbuja de vapor llegue a una zona fría y se condense el agua tendrá tendencia a retornar hacia la bomba. Cuando el flujo en retroceso alcanza la válvula cheque la cierra y provoca un golpe de ariete. Este problema puede resolverse añadiendo una segunda válvula cheque a unos 15 ó 20 pies de la descarga de la bomba. Si la línea se eleva inmediatamente después de la descarga se puede instalar un rompevaco en la parte alta de la misma y esto ayuda bastante. Sin embargo, debe ventearse el aire que entra por el rompevaco.

La práctica de conectar descargas de trampas en estas líneas de bombeo debe evitarse ya que el vapor flash liberado conducirá inevitablemente al golpe de ariete. Las trampas deben descargar a una línea que conduce el condensado por gravedad hacia el receptor venteado de la bomba. Si esto es difícil de llevar a cabo deben instalarse trampas de descarga continua y buscar un método de subenfriar el condensado antes de que sea descargado en la línea de bombeo.

Ing. Carlos Gordillo Andía
INGENIERO DE PROYECTOS TERMICOS
C.P. 30324

64

Cómo dimensionar válvulas de control para presión y temperatura

Una vez determinadas las cargas, de calentamiento o enfriamiento, requeridas por el equipo, se necesita dimensionar la válvula para manejarlas. Como la válvula en sí es sólo una parte del sistema de control, debemos familiarizarnos con una cierta terminología usada en el campo de los controles:

Coefficiente de Flujo. El medio de comparar las capacidades de las válvulas de control es haciendo referencia al coeficiente de capacidad. El término Cv se usa para expresar la relación entre la caída de presión y el flujo. Cv es el flujo de agua en GPM a 60°F de temperatura que deja pasar una válvula completamente abierta con una caída de presión de 1 psi.

Presión Diferencial. La diferencia en presión entre las conexiones de entrada y salida de la válvula cuando está cerrada. En el caso de válvulas de tres vías es la diferencia entre las vías abierta y cerrada.

Máxima Presión Diferencial. La diferencia de presión entre la entrada y la salida de la válvula por encima de la cual el actuador no será capaz de cerrar la válvula completamente, o por encima de la cual se pueden dañar la válvula o el actuador, la que sea menor. Ver Nota 1.

Caída de Presión. La diferencia entre la presión a la entrada y a la salida de la válvula cuando pasa a través de esta una determinada cantidad de flujo. Una válvula de control auto-operada puede, o no, estar completamente abierta. Para válvulas de tres vías, es la diferencia en presión entre las dos vías abiertas.

Presión de Trabajo. La presión ejercida en el interior de la válvula bajo condiciones de trabajo normales. En sistemas de agua, es la suma algebraica de la presión estática y de la presión creada por la bomba.

Set Point (Punto de consigna). Presión o temperatura a la que se calibra el controlador.

Exactitud de Regulación o "Droop". En las válvulas reductoras de presión, el "droop" es la caída en el set point de presión necesaria para obtener la capacidad nominal. En las VRP operadas por pilotos, se establece en psi, y como un % de la presión fijada para las de acción directa.

Ciclaje o "Hunting". Variación periódica persistente en la presión o temperatura controlada.

Punto de Control. Valor actual de la variable controlada (p.e. temperatura del aire) que se trata de mantener con el control.

Desviación. La diferencia entre el set point y el valor medido de la variable controlada. (p.e.: cuando el set point es 70°F y la temperatura del aire es de 68°F, la desviación es de 2°F).

Offset. Desviación sostenida causada por la acción correctiva de un control proporcional para satisfacer una condición de carga (p.e. si el set point es 70°F y la variable medida, por un periodo, es de 68°F, el offset es de 2°F e indica la acción de un control proporcional corrigiendo un incremento en la pérdida de calor).

Banda Proporcional o Banda de Extrangulamiento. Rango de valores en la variable medida causados por un control proporcional de temperatura cuando la válvula se mueve de una

posición completamente abierta a completamente cerrada, o cuando la válvula estrangula desde una determinada posición hasta cerrar completamente.

Constante de Tiempo. Tiempo requerido por el actuador de un sistema térmico para efectuar el 63.2% de la carrera total como resultante de cualquier cambio de temperatura en el sensor. Cuando se usa termostato debe considerarse el incremento de tiempo.

Zona Muerta. Rango de valores de la variable controlada sobre el que el control no puede ejercer ninguna acción correctiva.

Rangoabilidad. Relación entre el máximo y el mínimo flujo controlable entre los cuales deben mantenerse las características de las válvulas.

Relación de Turn-down. La relación entre el máximo flujo normal y el mínimo flujo controlable.

Autoridad de la Válvula. Relación entre la caída de presión en una válvula de control completamente abierta y la caída de presión total del sistema.

Válvulas para vapor

El control satisfactorio del flujo de vapor, para dar las presiones requeridas en las líneas o en los equipos, o para obtener la temperatura requerida en el calentamiento de fluidos, dependen en gran medida de una apropiada selección de la válvula.

Una válvula sobredimensionada tiende a ciclar, cuando se controla presión o temperatura oscilando alrededor del punto de control. Siempre tratará de operar con el tapón más cerca del asiento que en el caso de una válvula más pequeña la que deberá estar más abierta para dejar pasar el flujo requerido. La operación con el tapón muy próximo al asiento facilita la erosión del conjunto debido al arrastre de gotas de agua. Una válvula subdimensionada simplemente será incapaz de satisfacer los requerimientos de carga pico. Los tiempos de arranque serán prolongados y el equipo alimentado con vapor no dará el rendimiento esperado.

El tamaño de una válvula no puede ser del mismo diámetro de la tubería donde va a instalarse. Una caída de presión de unas pocas psi en una válvula significa que el vapor se mueve a gran velocidad a través de la misma. Usualmente los tapones y asientos de las válvulas son de aceros inoxidables "endurecidos" para soportar estas condiciones. Las velocidades aceptables en las tuberías deben ser mucho menores si quieren preservarse las mismas de la erosión. Igualmente, una caída de presión de unas pocas psi en la válvula, implicarán una caída de presión mucho mayor a lo largo de la tubería si se mantiene la misma velocidad, afectando la presión final del vapor en el equipo donde va a ser usado.

Una válvula para vapor debe dimensionarse en base al flujo de vapor que debe dejar pasar, de la presión del vapor de suministro a la válvula y de la caída de presión permisible a través de la misma. En la mayoría de los casos, un dimensionamiento apropiado conducirá al uso de válvulas de menor diámetro que los de las tuberías donde van a ser instaladas.

Controles de Temperatura

Después de estimar la cantidad de vapor que

debe manejar la válvula debe decidirse cuál será la caída de presión. Cuando se conoce la mínima presión de vapor que se necesita para satisfacer la temperatura del proceso se utiliza este valor como presión de salida de la válvula. Donde esto no se conoce, es razonable tomar una caída de presión igual al 25% de la presión absoluta de entrada. Cuando se usan sistemas de control termo-hidráulicos se pueden conseguir resultados satisfactorios disminuyendo la caída de presión a un 10%. Cuando se sabe que la presión de salida resultante es suficientemente alta se pueden usar mayores caídas de presión. Sin embargo, la máxima caída de presión para seleccionar una válvula debe ser la de una presión de salida del 50% de la presión absoluta de entrada. Esta caída de presión del 42% de la presión absoluta de entrada se llama Caída de Presión Crítica. Para esta, el vapor alcanza la velocidad sónica o crítica, incrementando la caída de presión, para dar una velocidad final inferior a la Presión Crítica, no se consigue incremento del flujo.

Controles de Presión

Las válvulas reductoras de presión se seleccionan de la misma manera, pero aquí debe especificarse la presión reducida. Las tablas de capacidad dan los flujos de vapor para una dada presión de entrada, y presiones de salida variables. Aquí también se puede observar que la capacidad máxima se alcanza para la Caída de Presión Crítica y el valor de esta capacidad no puede superarse.

Debe anotarse aquí, que para Controles Auto-operados, las tablas de capacidad están en función de una "Exactitud de Regulación" establecida que difiere entre los fabricantes y no siempre coinciden con la máxima capacidad de la VRP. Por esto, cuando se dimensiona una válvula de seguridad debe usarse el factor Cv.

Valores de Cv

Estos proveen un medio de comparar el flujo de válvulas de diferente tamaño, tipo o fabricante. El factor Cv se ha determinado experimentalmente y es la cantidad de GPM de agua que dejará pasar una válvula con una caída de presión de 1 psi. Para una determinada aplicación el Cv requerido se calcula con una fórmula y se selecciona una válvula del catálogo de fabricantes que tenga un Cv igual o mayor. Ver Nota 2.

Nota 1. La máxima presión diferencial para las válvulas de control auto-accionadas puede consultarse en la tabla de la pág. 16.

Nota 2. Las fórmulas para calcular los factores Cv en aplicaciones de líquidos, vapores y gases están en la pág. 16.

Ing. Carlos Gordillo Arellano
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS.
CIP. 30324

62

Escaneado con CamScanner

Controles SA para calentamiento con vapor

Los controles auto-accionados consisten en una válvula operada directamente, o mediante un piloto, por la expansión y contracción de un termostado a líquido lleno. Estos controles satisfacen un amplio rango de aplicaciones de calentamiento y enfriamiento.

Usando la Serie 25 operada por piloto se obtienen mayores capacidades de vapor ya que con una banda de estrangulamiento de 6°F. en el sensor, se consigue la apertura completa de cualquier diámetro de válvula principal. (Ver pág. 12).

Los controles Spiratrol SA son del tipo de operación directa, sirven tanto para agua como para vapor, y con la selección del tamaño de la válvula se puede conseguir una banda proporcional de control que sea variable.

En los controles Spiratrol S.A., el movimiento del termostado es el resultado directo de un cambio de temperatura en el sensor. A su vez, este movimiento es transferido en una cantidad exactamente igual al vástago de la válvula SA, modulando de esta modo la fuente de calor.

Esta simple relación entre el cambio de temperatura y el movimiento del vástago de la válvula le permite al conjunto sensor-válvula ofrecer capacidades predecibles de acuerdo al rango de Bandas Proporcionales de la Tabla siguiente.

Es este rango de flujo vs temperatura el que nos permite seleccionar una válvula que opere con un rango de estrangulamiento que esté dentro de la banda proporcional para una carga máxima.

Elección de la B-P

La elección de la B-P es una combinación de exactitud y estabilidad referida a cada aplicación. Sin embargo, como la exactitud es de una importancia primordial, y como los controles Spiratrol SA dan una retroalimentación constante con movimientos muy pequeños, podemos concentrarnos en la exactitud dejando que el controlador busque su estabilidad.

Generalmente, para conseguir una ligera estabilidad, no deberíamos seleccionar una B-P menor de 2°F.

La válvula se debe seleccionar siguiendo el procedimiento conocido en función de la carga, de la presión de suministro y una caída de presión aceptable usando las fórmulas de los factores de Cv dadas en la página 16.

La Tabla de la derecha da el span de algunas B-P aceptables para las aplicaciones más comunes de intercambio calórico.

Aplicación	°F B-P
Calentador Domestico de Agua Cafetera	7 - 14
Intercambiador de Calor Continuo	4 - 7
Radiadores, Serpentes, Convectores	2 - 5
Tanques de Almacenamiento Calentadores de Tanques de Flujo Saliente	4 - 18
Tanques para Procesos de Platinado, Niquelado, etc.	4 - 11

Ejemplo 1:

Seleccionar una Válvula para un Calentador de Agua con una banda proporcional de 5°F (4°C)
Cv requerido por carga: 11
Banda Proporcional por aplicación: 8°F
Válvula Disponible por Tabla: 1 1/4 in. Serie K

Ejemplo 2:

Seleccionar una Válvula para un Intercambiador de Calor con una Banda Proporcional entre 4 - 7 °F.
Cv requerido por carga: 6.5
Banda Proporcional: 4°F
Válvulas Disponibles por Tabla: 1 ó 1/2 pulg. Serie K.

La válvula de 1 1/4 pulg daría el Cv necesario con una Banda Proporcional de 3.7°F Para la válvula de 1 pulg, la BP estará justo por encima de 4°F. Es mejor seleccionar esta ya que la válvula de mayor tamaño, con una BP menor, corre el riesgo de un control inestable cuando trabaje con cargas livianas.

Capacidad de las Válvulas Spiratrol para un rango de banda proporcional de 2 a 14°F
Tabla de Cv basada en sensores 121, 123, 422 y 423

Tipo de Válvula	Tamaño	Banda Proporcional								Max. Cv.	Max. Banda Proporcional	
		2°F (±1")	3°F (±1 1/4")	4°F (±2")	5°F (±2 1/2")	8°F (±4")	10°F (±5")	12°F (±6")	14°F (±7")			
BX BM	1/2" BX2/BM2	.23	.32	.39	.44	—	—	—	—	—	—	
	1/2" BX3/BM3	.24	.36	.48	.68	.74	—	—	—	0.74	7.9°F	
	1/2" BX4/BM4	.43	.61	.75	.98	1.2	—	—	—	1.2	7.9°F	
	1/2" BX6/BM6	.56	.80	1.1	1.5	1.9	—	—	—	1.9	7.9°F	
BXR/BMRA	1/2"	.18	.26	.35	.52	.66	—	—	—	0.66	7.9°F	
	3/4"	1.1	1.6	2.1	2.7	3.0	—	—	—	3.0	7.9°F	
	1"	1.8	2.5	3.2	4.0	4.5	—	—	—	4.5	7.9°F	
Serie K KC 1 1/2" Serie el mismo rating que la KC 1 1/2"	1/2"	1.5	2.1	2.6	3.2	3.4	—	—	—	3.4	7.9°F	
	3/4"	1.6	2.2	2.7	3.7	4.6	—	—	—	4.6	10°F	
	1"	3.1	4.6	6.0	8.4	10.0	5.4	—	—	5.4	14°F	
	1 1/2"	3.5	5.3	7.0	10.0	12.3	10.6	11.0	11.4	11.4	20°F	
	2"	3.7	5.5	7.3	10.6	13.6	14.3	16.0	17.0	17.0	22.5°F	
NS NSRA	2 1/2"	8.8	13.0	17.4	25.0	35.0	43.0	51.0	60.0	51.0	39.6	23.8°F
	3"	17.0	25.0	33.0	48.0	65.0	80.0	92.0	109.0	92.0	75.6	23.8°F
TW Dimensionar las Válvulas de 3 vias sólo para el Cv max.	1/2"	—	—	—	—	—	5.4	—	—	—	—	
	1"	—	—	—	—	—	—	10.1	—	—	—	
	1 1/2"	—	—	—	—	—	—	—	27	—	—	
	2"	—	—	—	—	—	—	—	—	48	—	
										114	31	

Para los sensores 122 y 128 duplicar las Bandas Proporcionales dadas.

Ing. Carlos Gordillo Arceña
ASESOR DE PROYECTOS TERMICOS
CIP. 30324

63

A - Mejor elección, B - Alternativa aceptable. Ver comentarios en la parte inferior de la tabla.

Aplicación	Gama FT (boya-termostático)	FT-C (boya-termo-tático con SLR)	TD (Termodinámico)	BPT (Presión equilibrada)	SM (Bimetálico)	No. 8 (Expansión líquida)	Gama IB (Cubeta Invertida)
Equipos de cocina							
Marmitas de doble fondo	A	B	B ¹	B			
Marmitas boeculantes		B		A ^{2, 5}			
Marmitas fijas	B			A ^{2, 5}			
Homos				A ^{2, 5}			
Placas calientes	B			A ^{2, 5}			
Traslado alm. de petróleo							
Tanques de almacenamiento	A						B ¹
Calentadores en línea	A						B ¹
Calentadores en salida	A						B ¹
Líneas de acompañamiento			B	A	B ² (solo no críticas)		B
Tuberías encamisadas			B ^{1, 6}	A ⁵			B ¹
Equipos para hospitales							
Autoclaves y esterilizadores	B	B		A ⁵			
Secadores industriales							
Serpentines	A		B ¹	B			
Pamilas			B ¹	A			B ¹
Cilindros secadores	B	A					B ¹
Túnel de secado	A		B ¹	B			B ¹
Máquinas multicilíndricas	B	A					B ¹
Equipo de lavanderías							
Máq. planchar prendas	B	B	A ⁶				
Máq. planchar en continuo	B	A	B ¹	B ⁵			
Máq. limpieza en seco	A		B ¹				
Secadores rotativos	A	B					
Prensas							
Prensas de platos múltiples (conexión en paralelo)	B		A ⁶				
Prensas de platos múltiples (conexión en serie)			A ^{1, 6}				
Prensas para vulcanización	B		B ¹	A			B ¹
Equipos de procesos industriales							
Calderetas fijas	A	B	B ¹	B			
Calderetas basculantes	B	A					
Alambiques para cerveza	A ¹	B					
Autoclaves con camisa	A ¹		B ¹				
Evaporadores	A ¹	B					B ¹
Mesas calientes	B		B ⁶	A ²			
Autoclaves inyec. directa	A						
Tanques de almacenamiento	A						B ¹
Autoclaves vulcanización	A		B ¹ (solo camisa)				B ¹
Calefacción de locales							
Intercambiadores de calor	A ⁴						
Baterías calefactoras	A ⁴						
Paneles y tubos radiantes	A	B ¹	B ¹				
Radiadores	B			A	B		B ¹
Serpentines suspendidos	B			A			B ¹
Tuberías de vapor							
Tramos horizontales	B		A				
Separadores	A		B				B
Final de línea	B		A ¹				B
Drenaje de parada (protección de heladas)							B ¹
Drenaje de calentadores	A		B ⁶		B ³	B	A
Depósitos y recipientes							
Depósitos (descarga por elevación)	B	B	A	B ⁵			B
Depósitos (descarga por gravedad)	A		B ⁶	B ⁵			
Depósitos pequeños (hervido rápido)	A			B ⁵			
Depósitos pequeños (hervido lento)					B	A	

1. Con eliminador de aire en paralelo. 2. Con tubo de enfriamiento. Longitud mínima 1 m. 3. Usar elementos con temperatura fija de descarga.
4. Si el equipo está controlado por temperatura, puede necesitar una bomba purgador. 5. Con cápsula de temp. descarga prox. a vapor. 6. Con disco antibloqueo por aire.

spirax/sarco

Escaneado con CamScanner

ANEXO D-4: TABLAS DE SELECCIÓN DE SUAVIZADOR



Selección del Suavizador

Ahora ya estamos listos para procesar un cálculo típico para seleccionar un suavizador , la información debera de ser primero reunida , basada en todos los aspectos mencionados en esta sección. Una lista de todos los factores de diseño , deberá de ser primero realizada. Lo siguiente representa una caldera típica , de donde nosotros calcularemos la demanda de un suavizador.

- **Determinar la Dureza en el agua**

El análisis recibido o muestreado es en partes por millón (ppm) , convertirlo a granos por galon (gpg) , dividiéndolo entre 17.1 ; $342/17.1 = 20$ gpg

- **Determinar los caballos vapor caldera (caballos de fuerza)**

Si la capacidad de la caldera la tenemos en libras por hora de vapor. Convertirla a caballos (HP) , 3450 libras por hora entre 34.5 = 100 HP (ver tabla de conversión)

- **Determinar la alimentación de agua máxima a la caldera**

La capacidad de la caldera es de 100 HP (caballos de fuerza) , convertir los HP a galones de agua por hora necesarios para alimentar la caldera , $HP \times 4.25$ galones por hora , $100 \times 4.25 = 425$ galones por hora

- **Determinar la cantidad de condensados de retorno o recuperados , y determinar la alimentación neta a la caldera.**

La alimentación de diseño es de 425 galones por hora , si el retorno de condensados es del 50% , por lo tanto 212.5 galones , la alimentación neta será de $425 - 212.5 = 212.50$ galones por hora.

- **Determinar la alimentación total requerida por día**

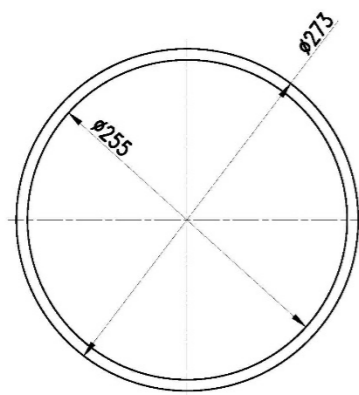
212.50 galones por hora , si el sistema opera 16 horas por día , 212.50×16 horas = 3400 galones por día.

- **Determinar los granos totales de dureza a remover por día**

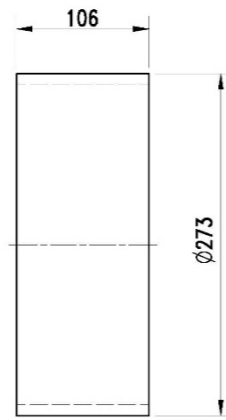
3400 galones por día con una dureza de 20 gpg (granos por galón) será $3400 \times 20 = 68,000$ granos de dureza se necesita remover al día.

CD. MÉXICO: Tenango #46 , La Loma, Tlalnepanitla, EM, 54060 Conn (5) 565 8876, Fax (5) 370 9489, geonetmex@infoselazmex.com
 MONTERREY: Físicas #207, Tecnológico , Monterrey, NL, 64700, Tel (81) 358 7522, Fax (81) 387 3216
 LEON: Madero #309, Centro, León, Gto, 37000, Tel (47) 13 1548 Fax (47) 13 1548, www.econext.com.mx





TB-10IN-01
 ESCALA: (1 : 5)
 Stainless Steel AISI 310



VISTA LATERAL
 ESCALA: (1 : 5)

Parts List

ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	TB-10IN-01.ipt	Stainless Steel AISI 310	6.309 kg	

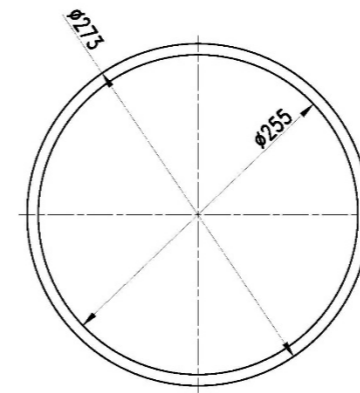


CALDERA DE BIOMASA – HABILITADO
 TB-10IN

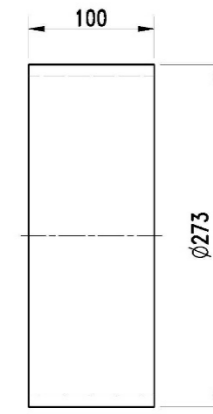
	NOMBRES	FECHA	FIRMA
DISEÑADO:	A.M.A.P.		
DIBUJADO:	A.M.A.P.		
REVISADO:	A.M.A.P.		
APROBADO:	A.M.A.P.		

- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.
- TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.	FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-019	REV.: B
--	----------	---------------	----------------------	---------



TB-02
 ESCALA: (1 : 5)
 Stainless Steel AISI 310



VISTA LATERAL
 ESCALA: (1 : 5)

Parts List

ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	TB-02.ipt	Stainless Steel AISI 310	5.972 kg	

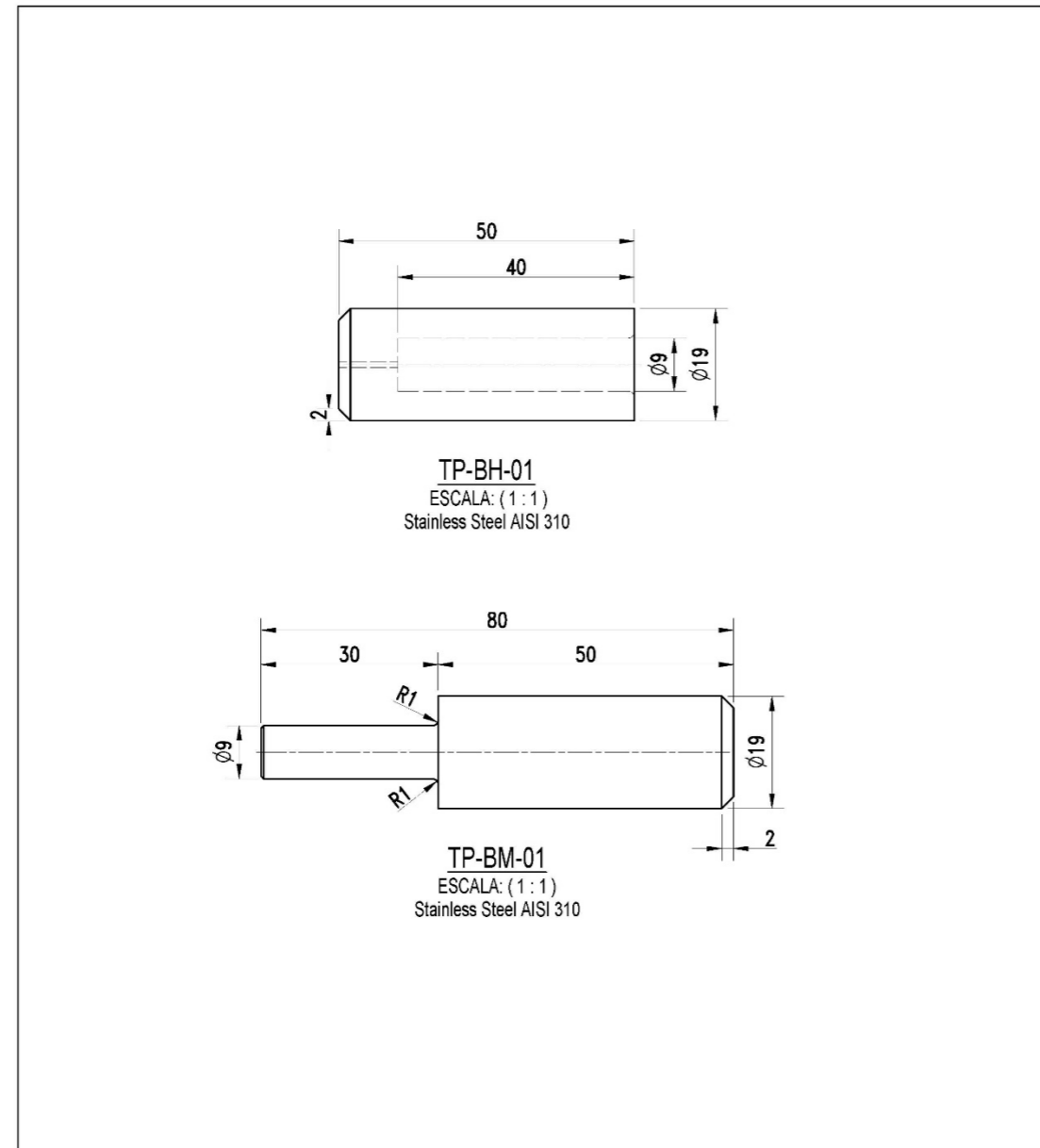


CALDERA DE BIOMASA – HABILITADO
 TB-02

	NOMBRES	FECHA	FIRMA
DISEÑADO:	A.M.A.P.		
DIBUJADO:	A.M.A.P.		
REVISADO:	A.M.A.P.		
APROBADO:	A.M.A.P.		

- TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.
- TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.	FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-018	REV.: B
--	----------	---------------	----------------------	---------



TP-BH-01
ESCALA: (1 : 1)
Stainless Steel AISI 310

TP-BM-01
ESCALA: (1 : 1)
Stainless Steel AISI 310

Parts List

ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	TP-BH-01.ipt	Stainless Steel AISI 310	0.092 kg	

Parts List

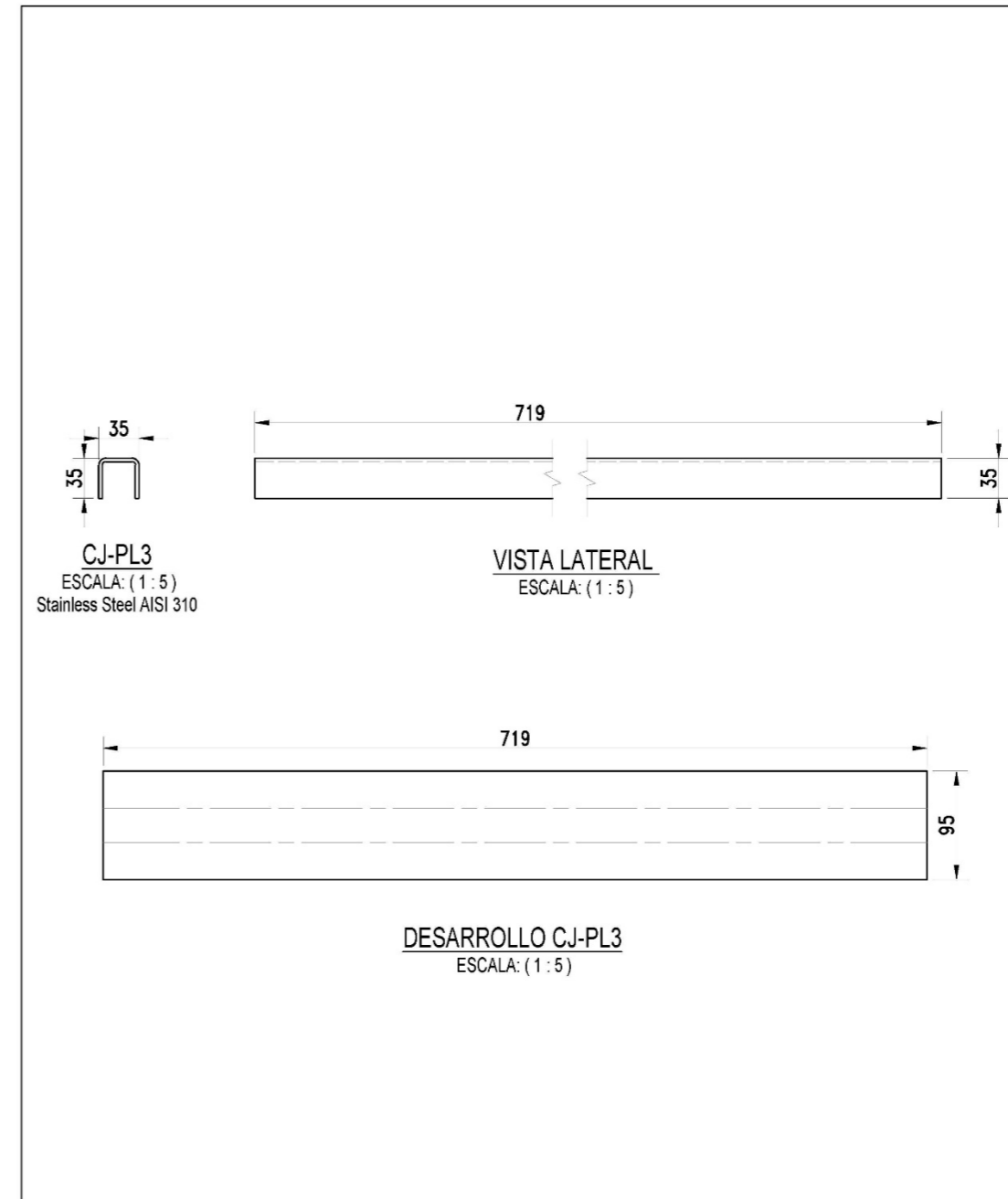
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	TP-BM-01.ipt	Stainless Steel AISI 310	0.128 kg	



CALDERA DE BIOMASA – HABILITADOS
BISAGRAS

	NOMBRES	FECHA	FIRMA	
DISEÑADO:	A.M.A.P.			<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.
DIBUJADO:	A.M.A.P.			
REVISADO:	A.M.A.P.			
APROBADO:	A.M.A.P.			

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.	FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-017	REV.: B
--	----------	---------------	----------------------	---------



CJ-PL3
ESCALA: (1 : 5)
Stainless Steel AISI 310

VISTA LATERAL
ESCALA: (1 : 5)

DESARROLLO CJ-PL3
ESCALA: (1 : 5)

Parts List

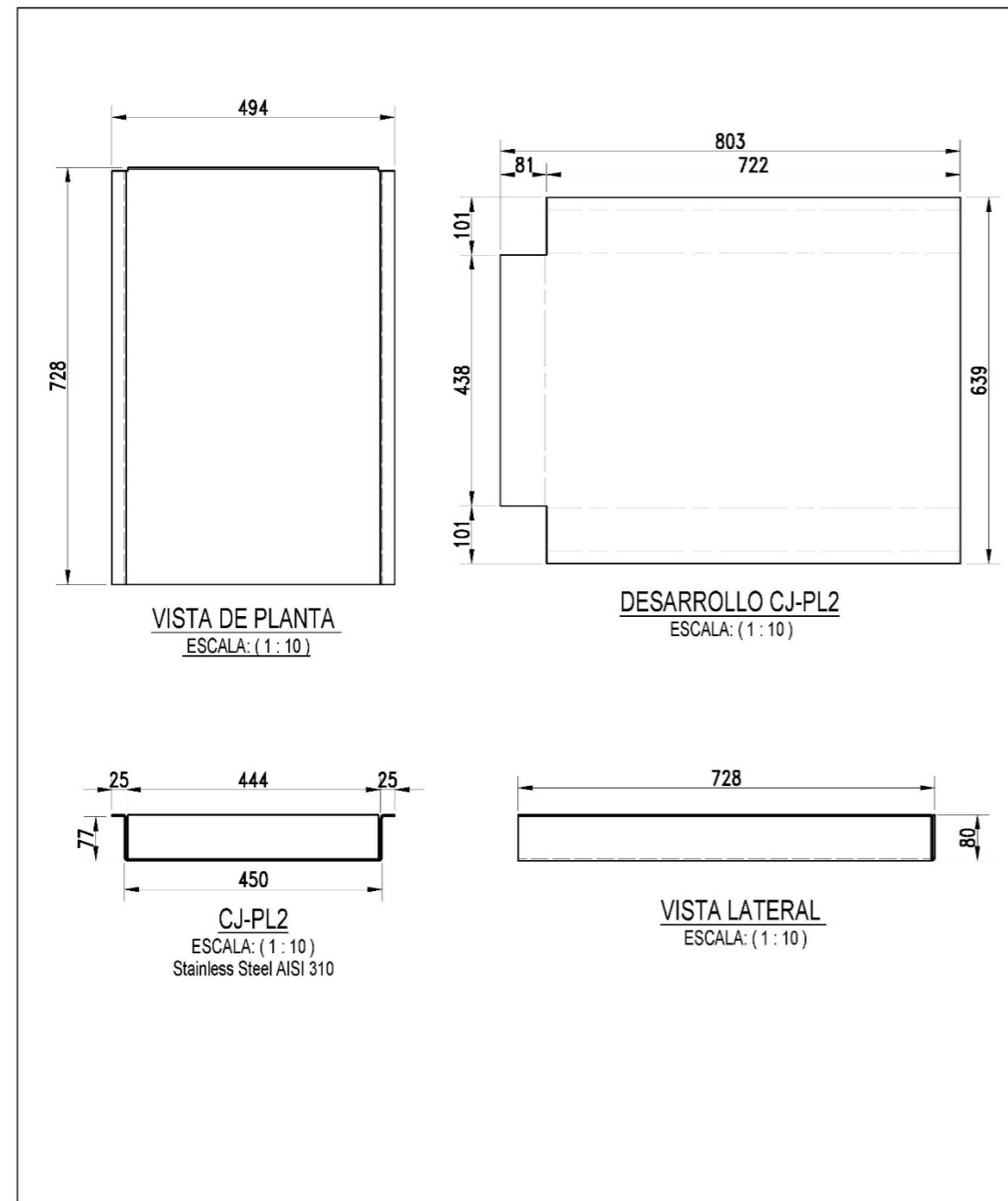
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	CJ-PL3.ipt	Stainless Steel AISI 310	1.642 kg	



CALDERA DE BIOMASA – DESARROLLO
CJ-PL3

	NOMBRES	FECHA	FIRMA	
DISEÑADO:	A.M.A.P.			<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.
DIBUJADO:	A.M.A.P.			
REVISADO:	A.M.A.P.			
APROBADO:	A.M.A.P.			

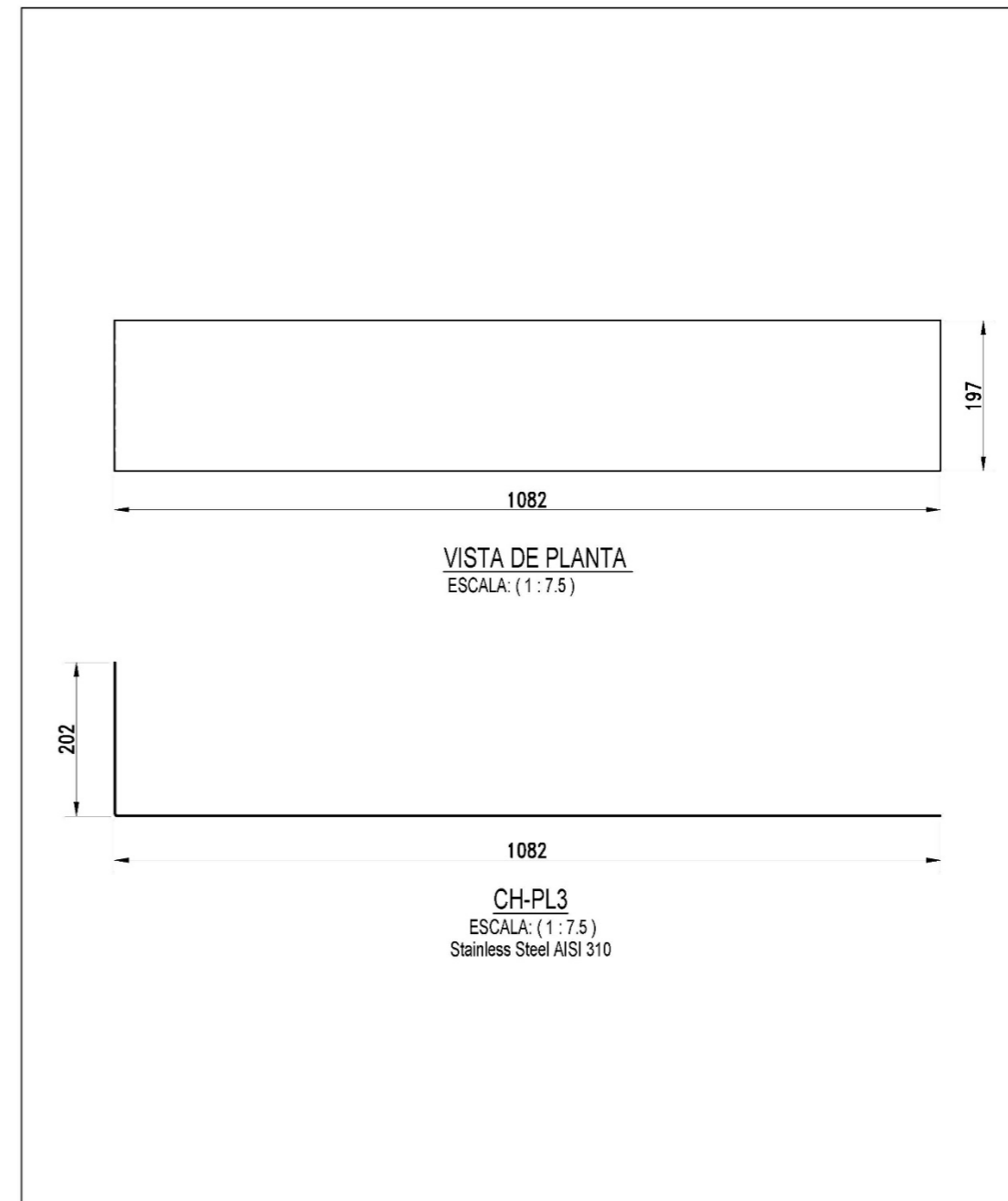
Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.	FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-016	REV.: B
--	----------	---------------	----------------------	---------



Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	CJ-PL2.ipt	Stainless Steel AISI 310	11.947 kg	

	CALDERA DE BIOMASA – DESARROLLO CJ-PL2			<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	
	DISEÑADO: A.M.A.P.			
	DIBUJADO: A.M.A.P.			
	REVISADO: A.M.A.P.			
APROBADO: A.M.A.P.				

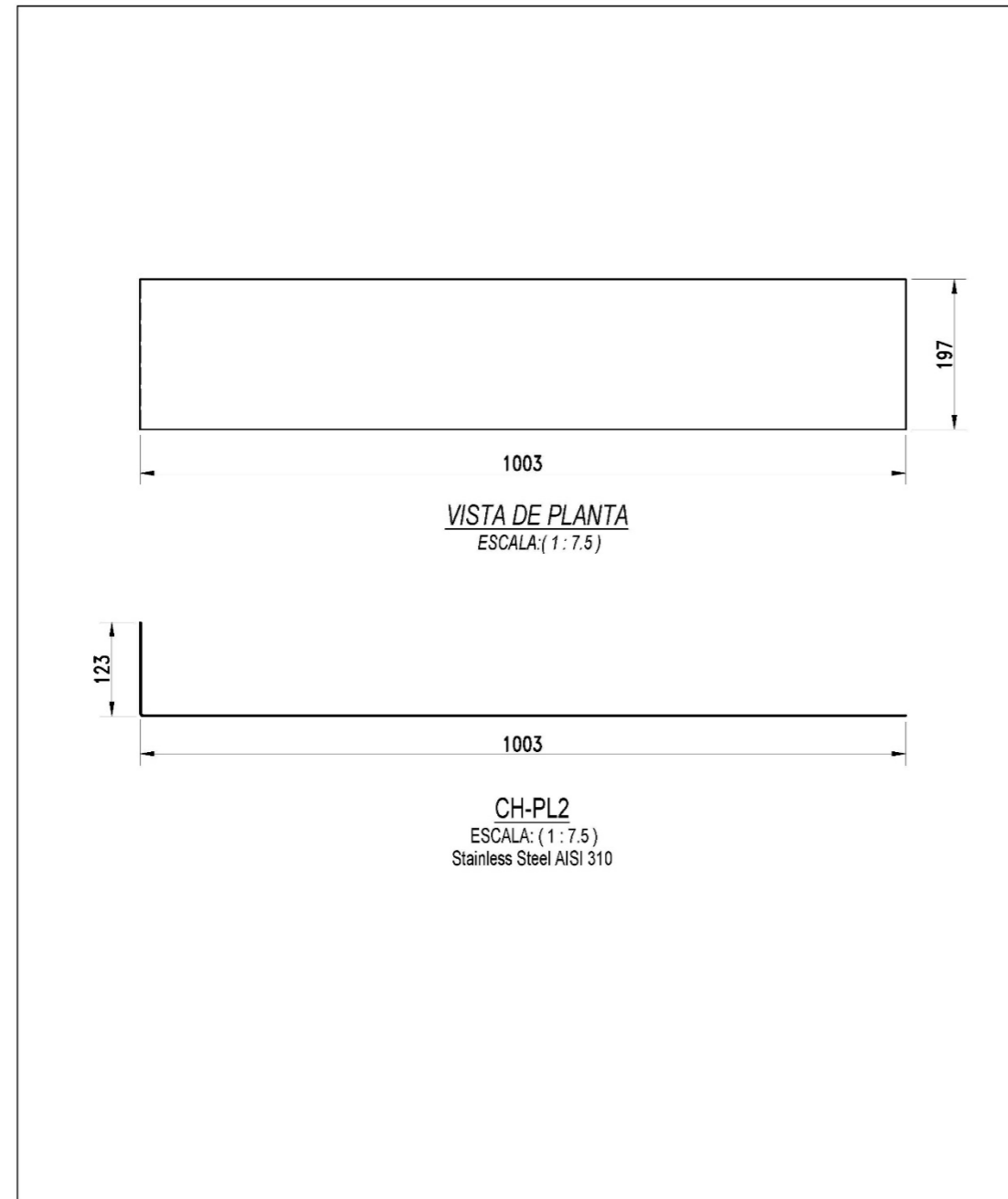
Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.	FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-015	REV.: B
--	----------	---------------	----------------------	---------



Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	CH-PL3.ipt	Stainless Steel AISI 310	3.027 kg	

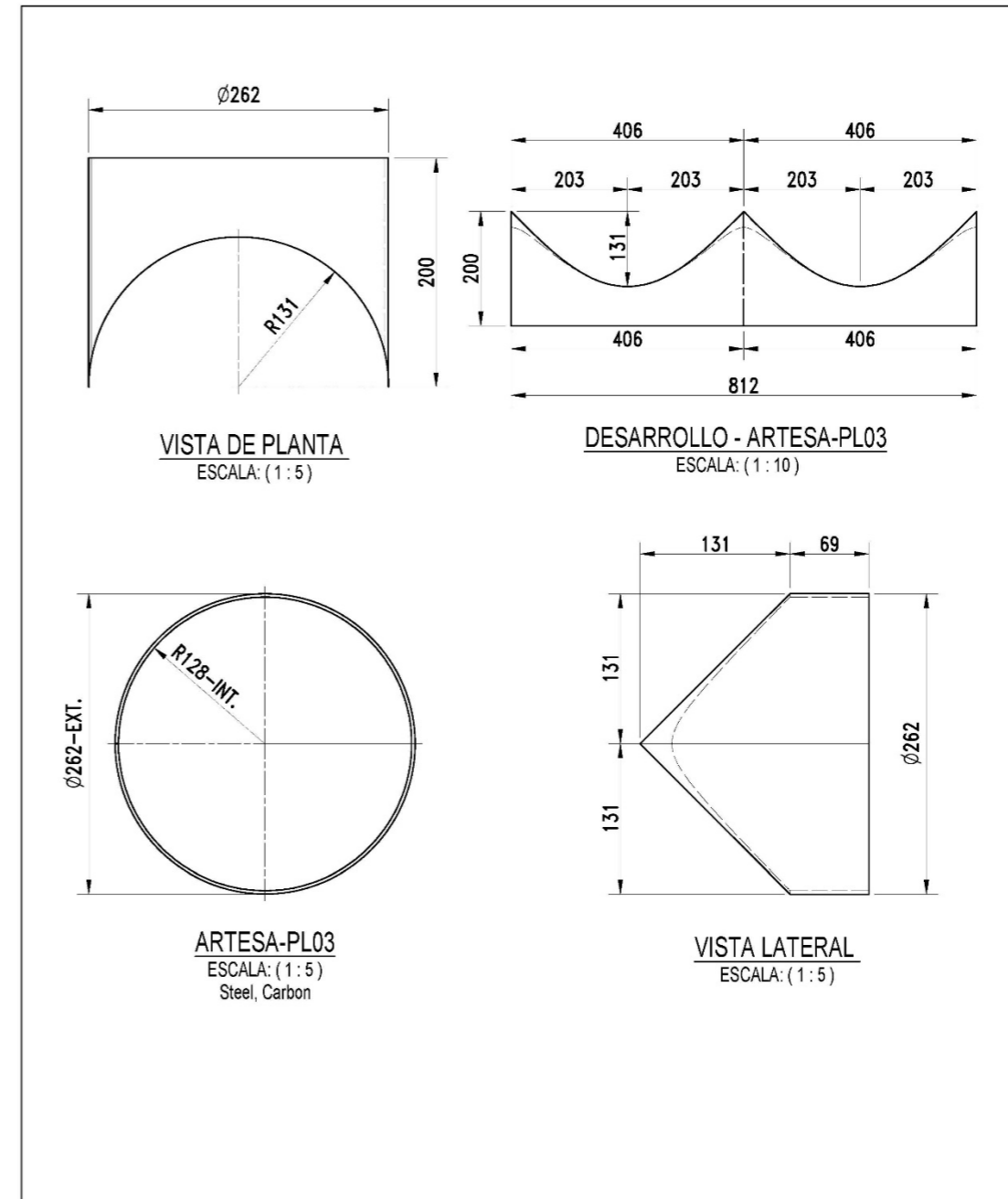
	CALDERA DE BIOMASA HABILITADO CH-PL3			<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	
	DISEÑADO: A.M.A.P.			
	DIBUJADO: A.M.A.P.			
	REVISADO: A.M.A.P.			
APROBADO: A.M.A.P.				

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.	FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-014	REV.: B
--	----------	---------------	----------------------	---------



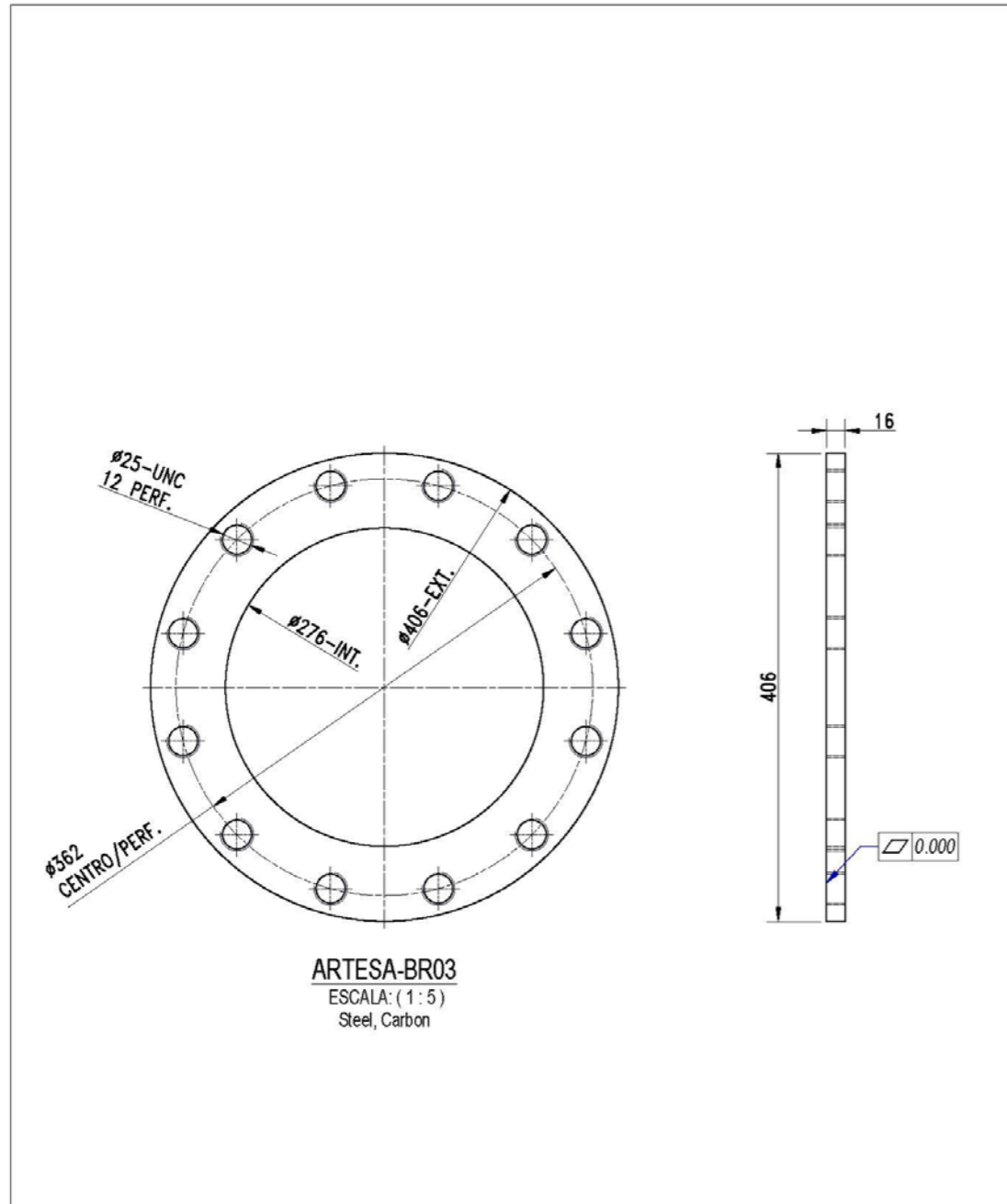
Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	CH-PL2.ipt	Stainless Steel AISI 310	2.656 kg	

Universidad Católica de Santa María	CALDERA DE BIOMASA HABILITADO CH-PL2				
		NOMBRES	FECHA	FIRMA	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.
	DISEÑADO:	A.M.A.P.			
	DIBUJADO:	A.M.A.P.			
	REVISADO:	A.M.A.P.			
APROBADO:	A.M.A.P.				
Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.		FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-013	REV.: B



Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	ARTESA-PL03.ipt	Steel, Carbon	2.175 kg	

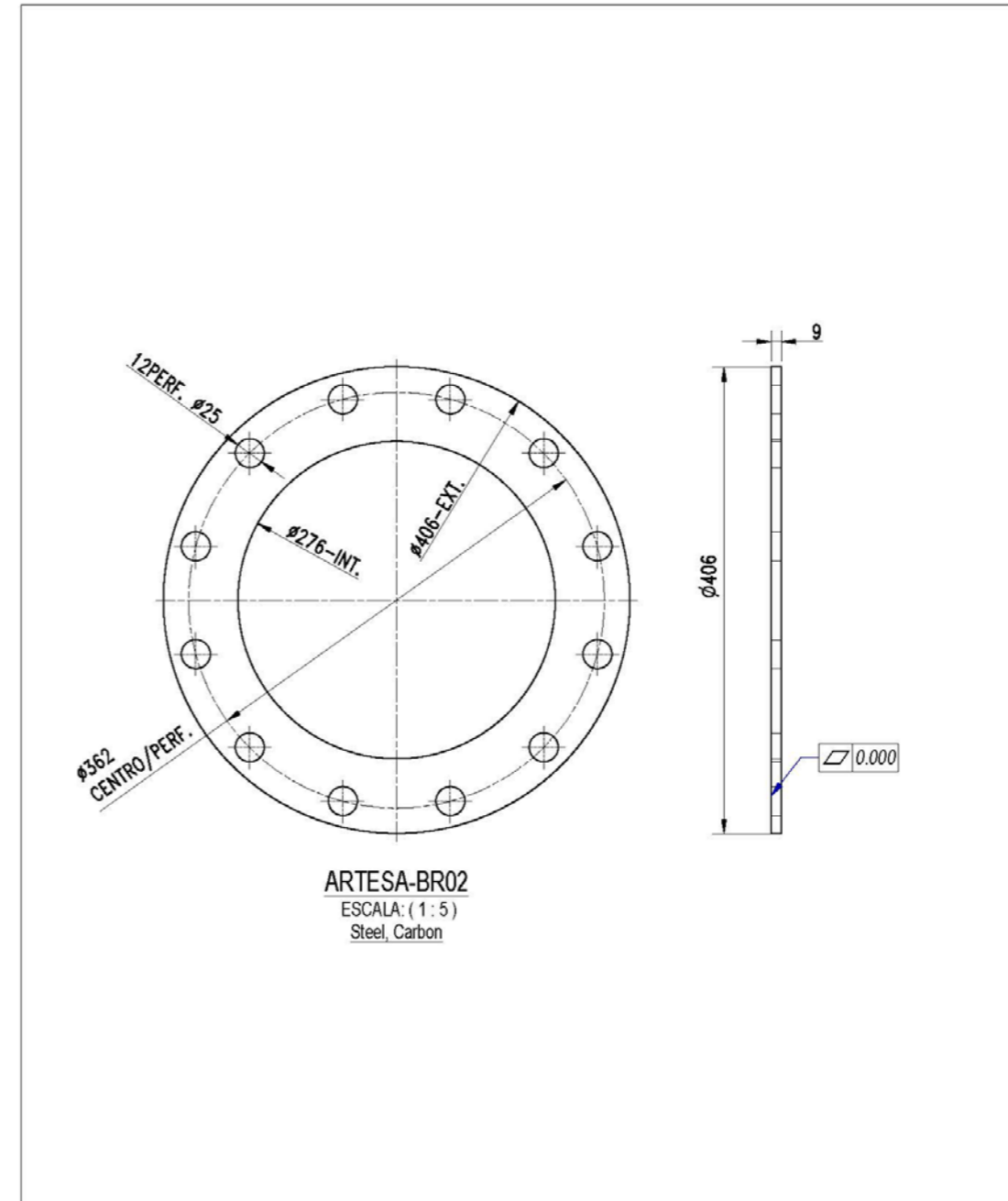
Universidad Católica de Santa María	CALDERA DE BIOMASA HABILITADO ARTESA PL3				
		NOMBRES	FECHA	FIRMA	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.
	DISEÑADO:	A.M.A.P.			
	DIBUJADO:	A.M.A.P.			
	REVISADO:	A.M.A.P.			
APROBADO:	A.M.A.P.				
Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.		FTO.: A4	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-012	REV.: B



Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	ARTESA-BR03.ipt	Steel, Carbon	8.019 kg	

	CALDERA DE BIOMASA ARTESA BRIDA03		
	NOMBRES	FECHA	FIRMA
DISEÑADO:	A.M.A.P.		
DIBUJADO:	A.M.A.P.		
REVISADO:	A.M.A.P.		
APROBADO:	A.M.A.P.		
<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 			
FTO.:	ESC:	PLANON°:	REV.:
A4	INDICADA	PL-HAB-011	B

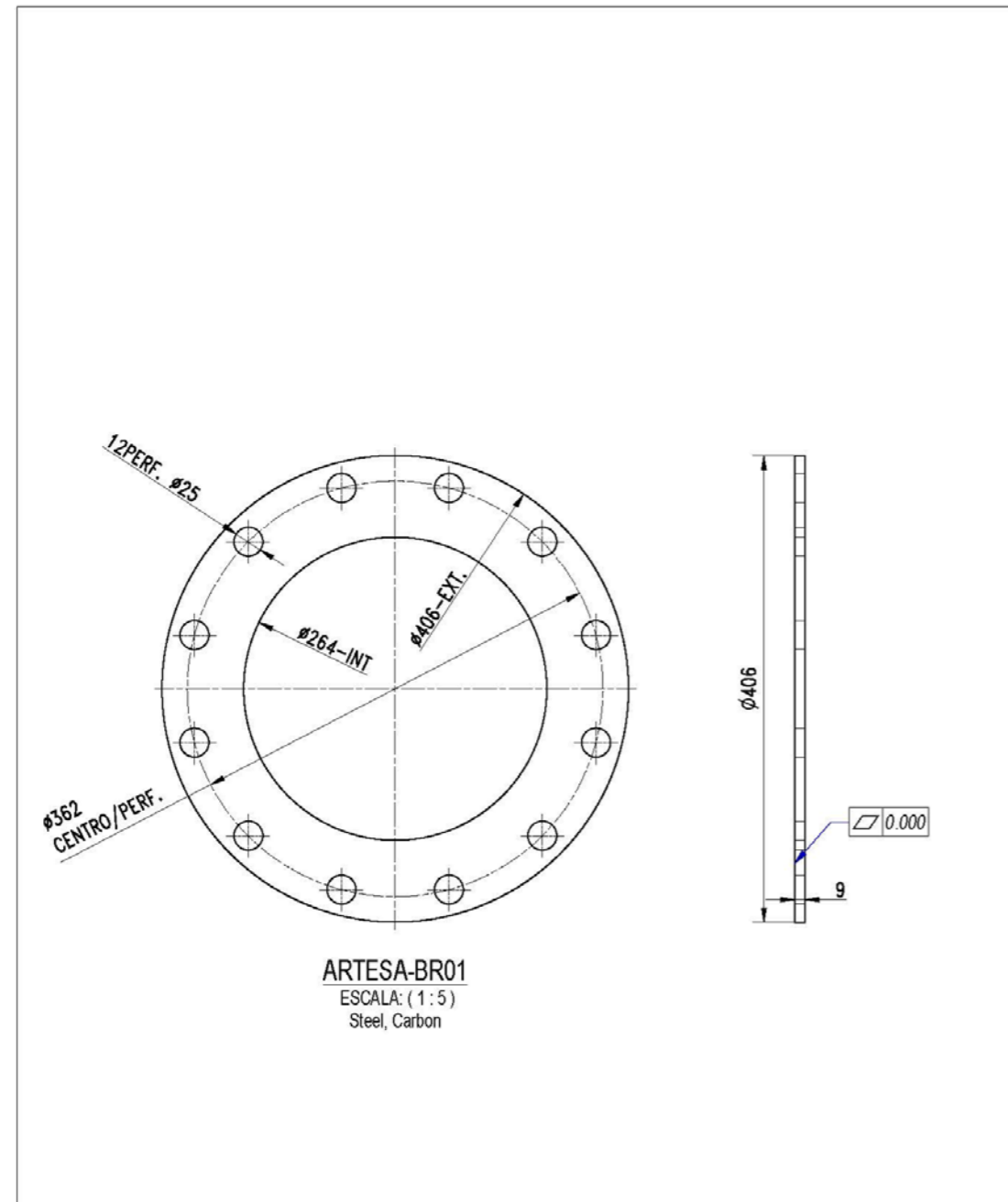
Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.



Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	ARTESA-BR02.ipt	Steel, Carbon	4.511 kg	

	CALDERA DE BIOMASA ARTESA BRIDA02		
	NOMBRES	FECHA	FIRMA
DISEÑADO:	A.M.A.P.		
DIBUJADO:	A.M.A.P.		
REVISADO:	A.M.A.P.		
APROBADO:	A.M.A.P.		
<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 			
FTO.:	ESC:	PLANON°:	REV.:
A4	INDICADA	PL-HAB-010	B

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.

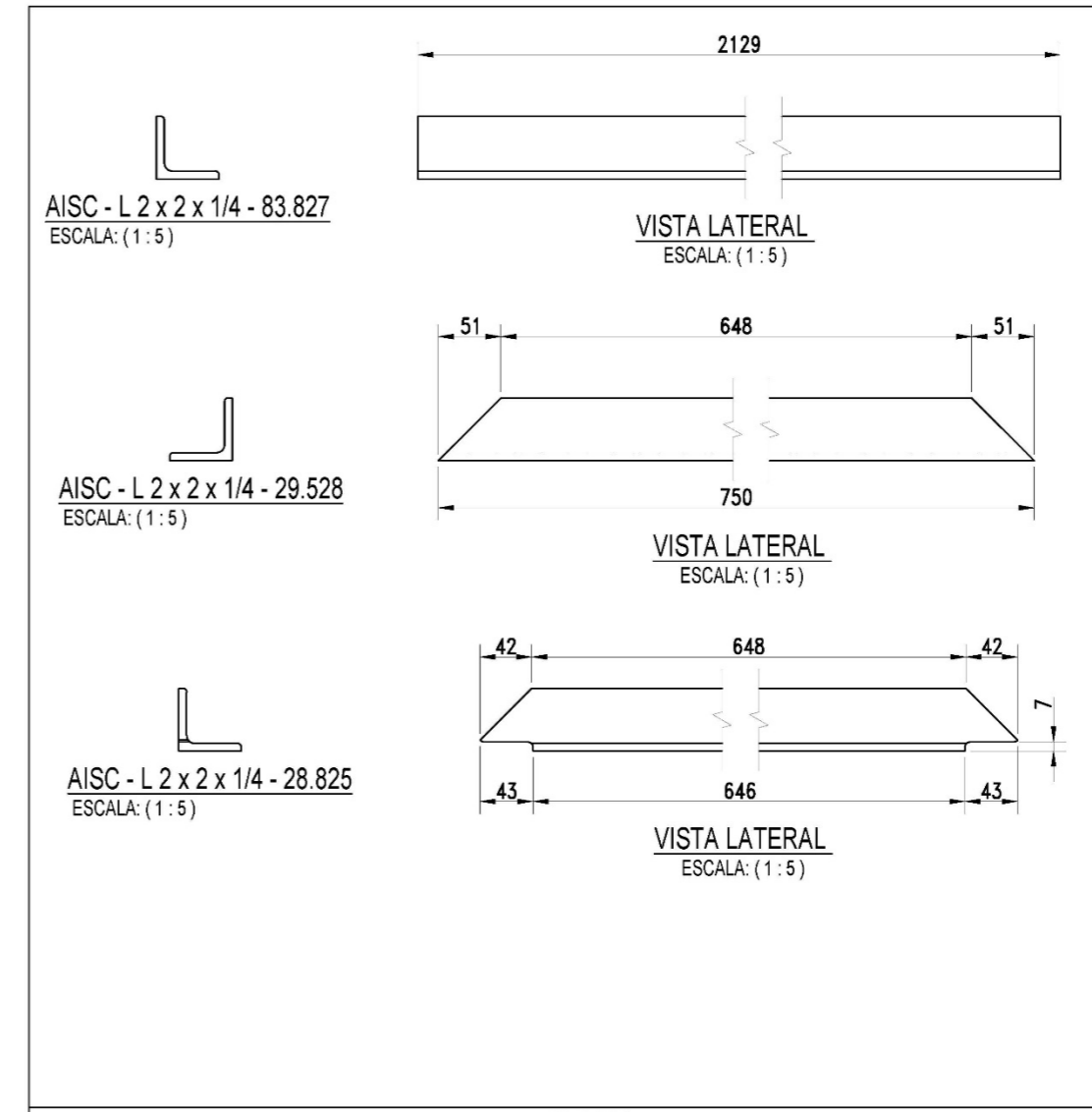


ARTESA-BR01
ESCALA: (1:5)
Steel, Carbon

Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	ARTESA-BR01.ipt	Steel, Carbon	4.881 kg	

		CALDERA DE BIOMASA ARTESA BRIDA			
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DISEÑADO:	A.M.A.P.				
DIBUJADO:	A.M.A.P.				
REVISADO:	A.M.A.P.				
APROBADO:	A.M.A.P.				

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito. FTO.: A4 ESC: INDICADA PLANO N°: PL-HAB-009 REV.: B



AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 83.827
ESCALA: (1:5)

VISTA LATERAL
ESCALA: (1:5)

AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 29.528
ESCALA: (1:5)

VISTA LATERAL
ESCALA: (1:5)

AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 28.825
ESCALA: (1:5)

VISTA LATERAL
ESCALA: (1:5)

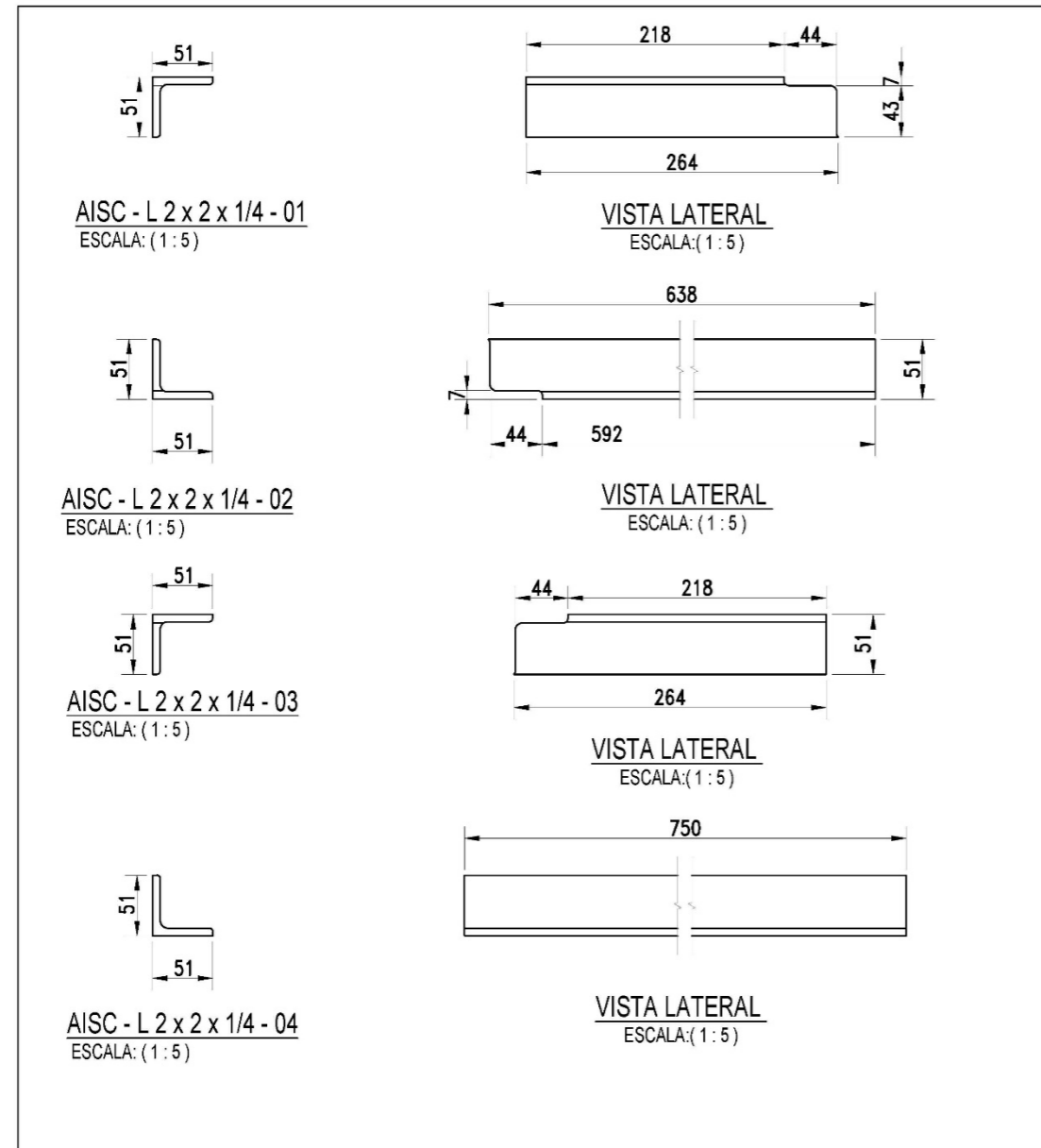
Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	83.827 in	AISC L 2 x 2 x 1_4 1666634189031.ipt	Steel, Carbon	22.459 lbmass	

Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	29.528 in	AISC L 2 x 2 x 1_4 1666634316255.ipt	Steel, Carbon	7.598 lbmass	

Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	28.825 in	AISC L 2 x 2 x 1_4 1666634365646.ipt	Steel, Carbon	7.044 lbmass	

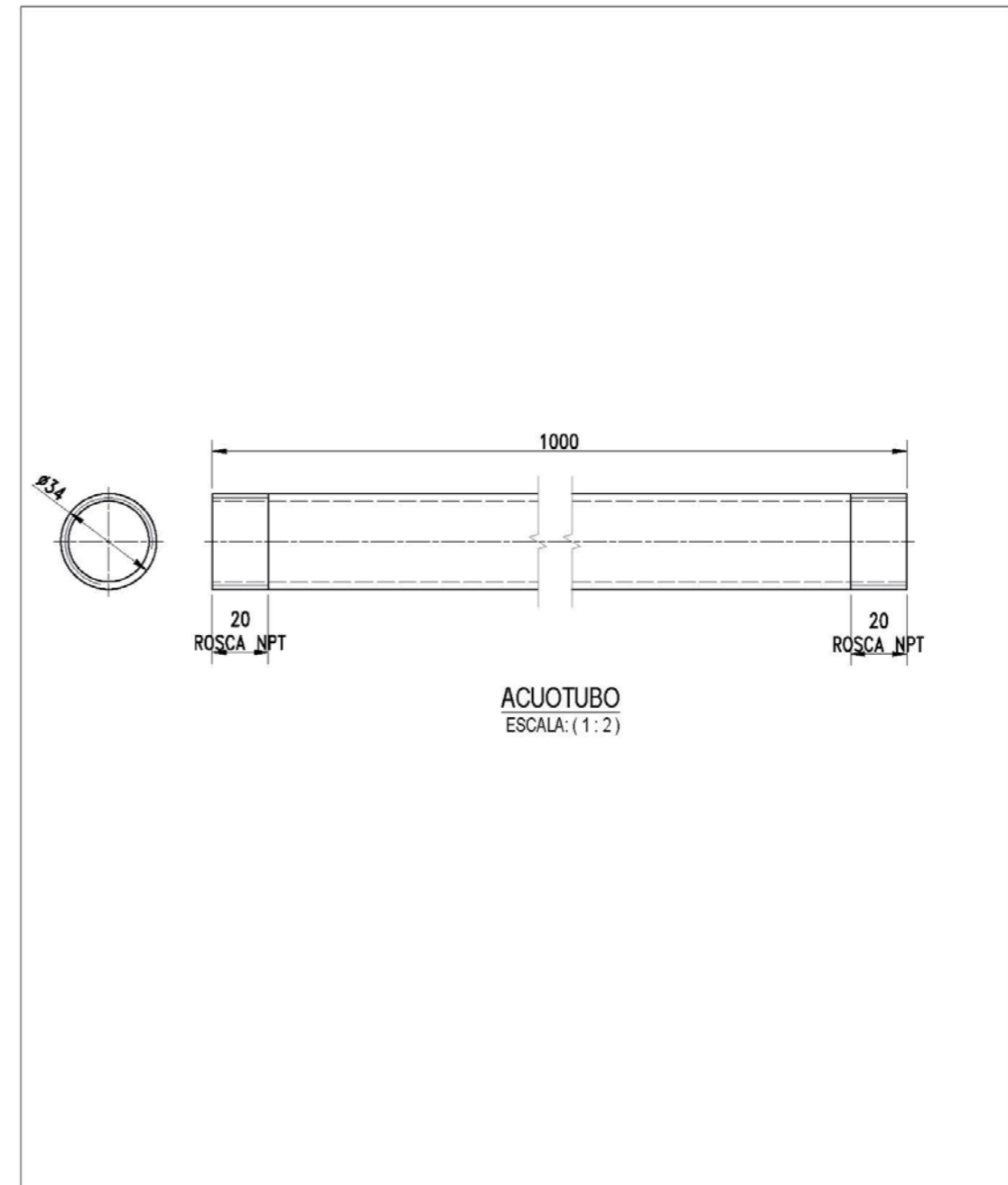
		CALDERA DE BIOMASA HABILITADO DE ANGULOS			
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DISEÑADO:	A.M.A.P.				
DIBUJADO:	A.M.A.P.				
REVISADO:	A.M.A.P.				
APROBADO:	A.M.A.P.				

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito. FTO.: A4 ESC: INDICADA PLANO N°: PL-HAB-008 REV.: B



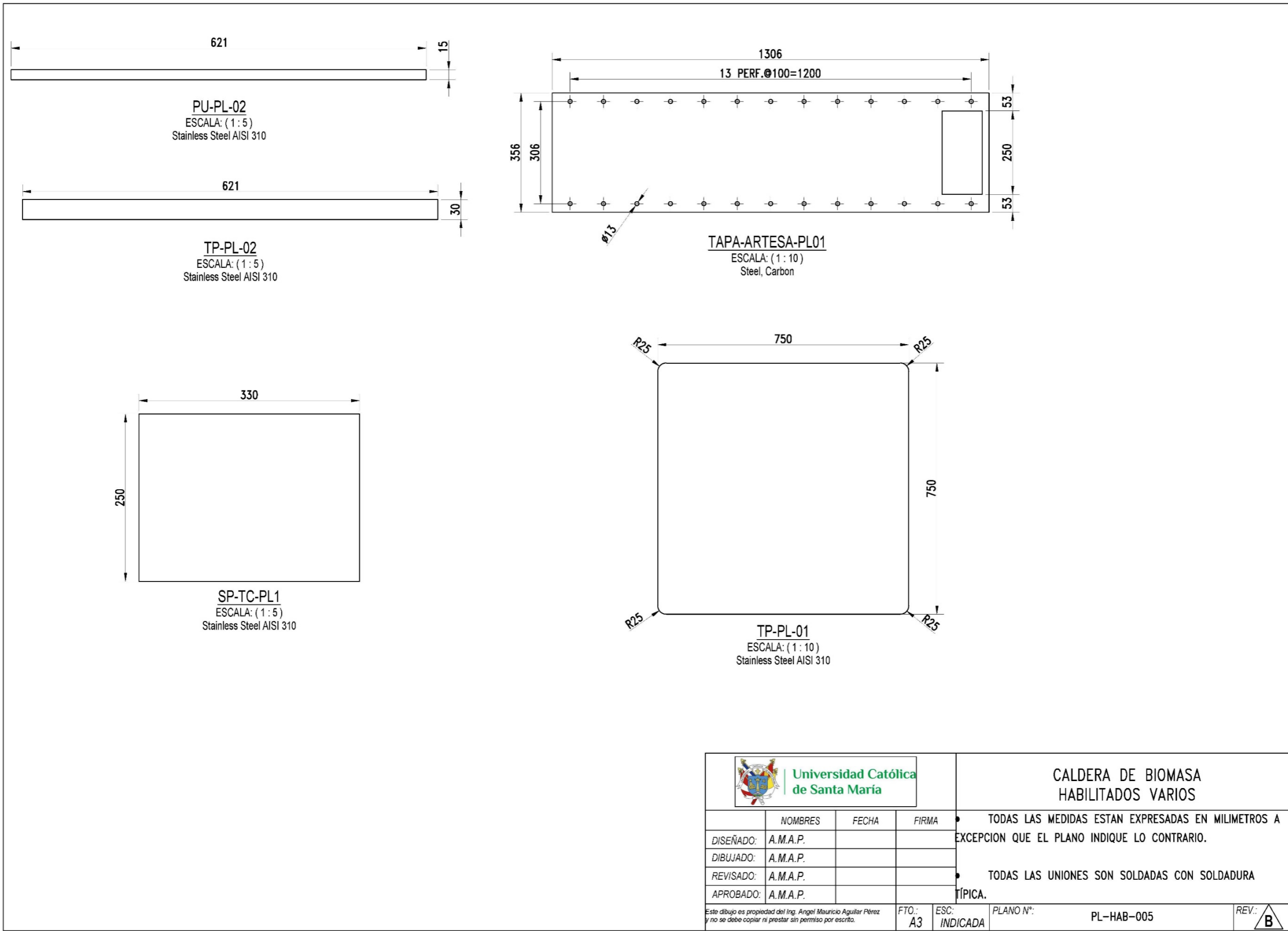
Parts List					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO Kg	COMENTARIOS
1	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 01	Stainless Steel AISI 310	1.16 kg	
2	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 02	Stainless Steel AISI 310	2.99 kg	
3	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 03	Stainless Steel AISI 310	1.16 kg	
4	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 04	Stainless Steel AISI 310	3.66 kg	


		CALDERA DE BIOMASA HABILITADO DE ANGULOS			
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DISEÑADO:	A.M.A.P.				
DIBUJADO:	A.M.A.P.				
REVISADO:	A.M.A.P.				
APROBADO:	A.M.A.P.				
<small>Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.</small>		FTO.:	ESC:	PLANO N°:	REV.:
		A4	INDICADA	PL-HAB-007	B

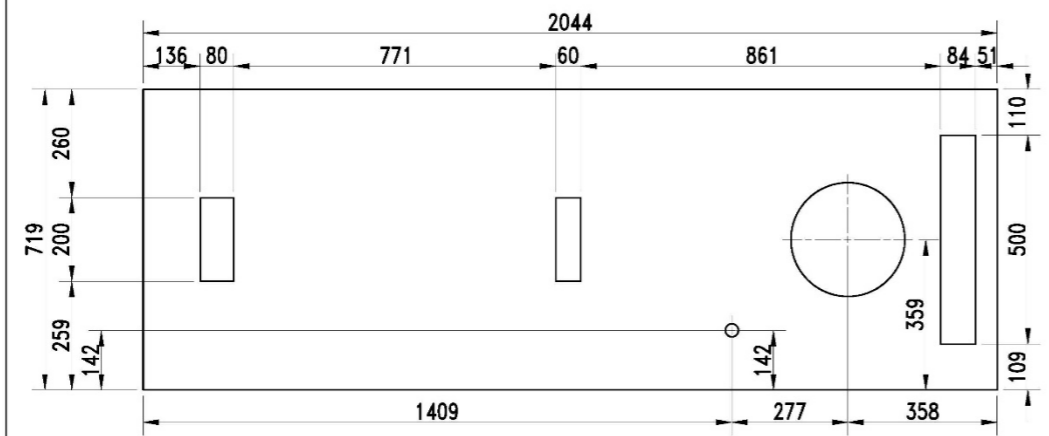


Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	ACUOTUBO.ipt	Stainless Steel	2.032 kg	

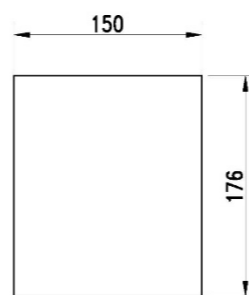
		CALDERA DE BIOMASA – HABILITADO ACUOTUBO			
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DISEÑADO:	A.M.A.P.				
DIBUJADO:	A.M.A.P.				
REVISADO:	A.M.A.P.				
APROBADO:	A.M.A.P.				
<small>Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.</small>		FTO.:	ESC:	PLANO N°:	REV.:
		A4	INDICADA	PL-HAB-006	B



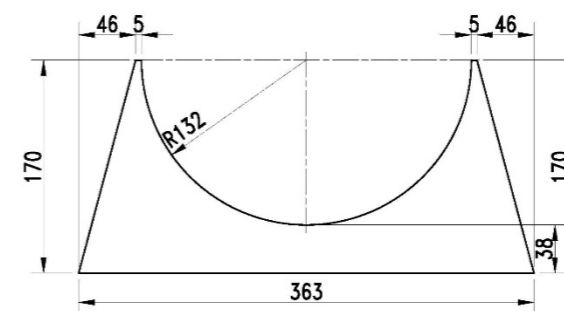
 Universidad Católica de Santa María			CALDERA DE BIOMASA HABILITADOS VARIOS			
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.		
DISEÑADO:	A.M.A.P.					
DIBUJADO:	A.M.A.P.					
REVISADO:	A.M.A.P.					
APROBADO:	A.M.A.P.					
<small>Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.</small>			FTO.: A3	ESC.: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-005	REV.: B



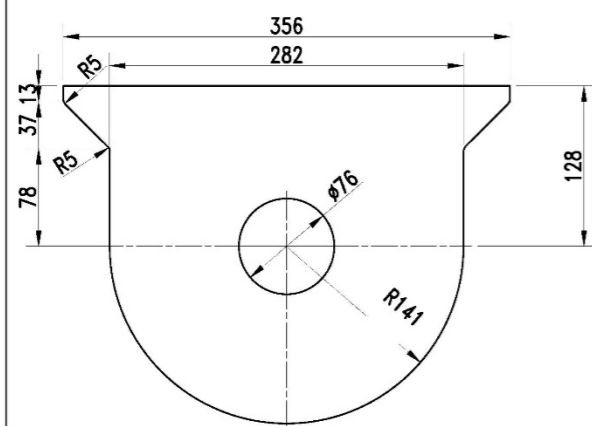
PL-CLA-02
ESCALA: (1 : 15)



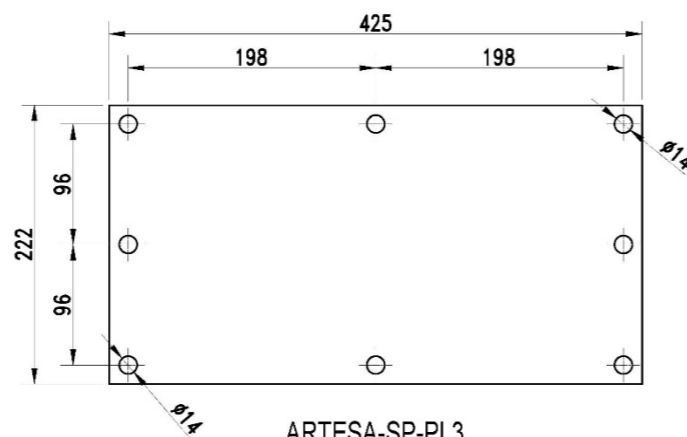
ARTESA-SP-PL2
ESCALA: (1 : 5)
Steel, Carbon



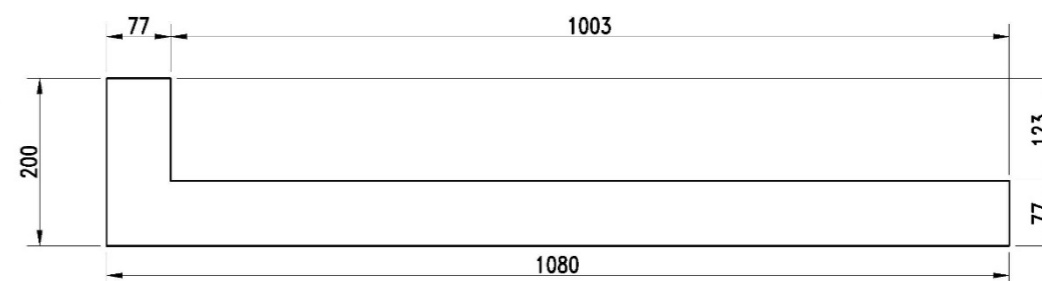
ARTESA-SP-PL1
ESCALA: (1 : 5)
Steel, Carbon



ARTESA-PL02
ESCALA: (1 : 5)
Steel, Carbon



ARTESA-SP-PL3
ESCALA: (1 : 5)
Steel, Carbon



CH-PL1
ESCALA: (1 : 7.5)
Stainless Steel AISI 310



Universidad Católica
de Santa María

**CALDERA DE BIOMASA
HABILITADO ARTESA PL1**

	NOMBRES	FECHA	FIRMA	<p>TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.</p> <p>TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.</p>
DISEÑADO:	A.M.A.P.			
DIBUJADO:	A.M.A.P.			
REVISADO:	A.M.A.P.			
APROBADO:	A.M.A.P.			

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.

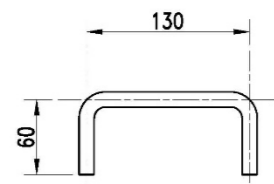
FTO.: A3

ESC: INDICADA

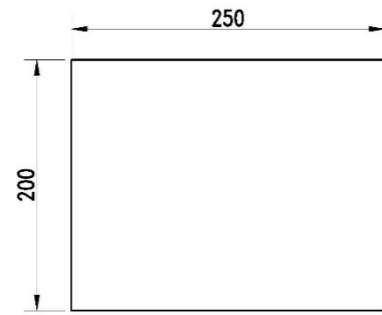
PLANO N°:

PL-HAB-004

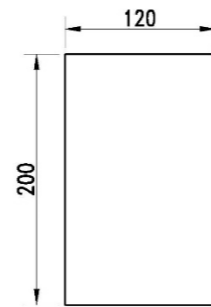
REV.: B



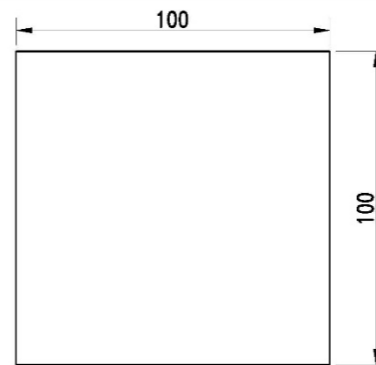
CJ-JAL1
 ESCALA: (1 : 5)
 Stainless Steel AISI 310



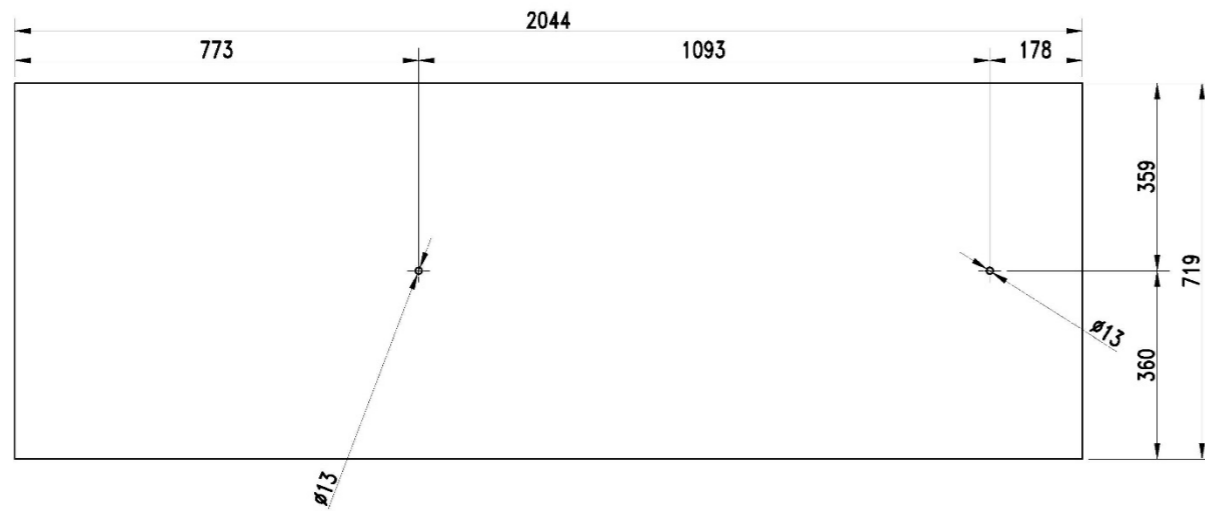
DUCTO DE ALIMENTACION-PL01
 ESCALA: (1 : 5)
 Steel, Carbon



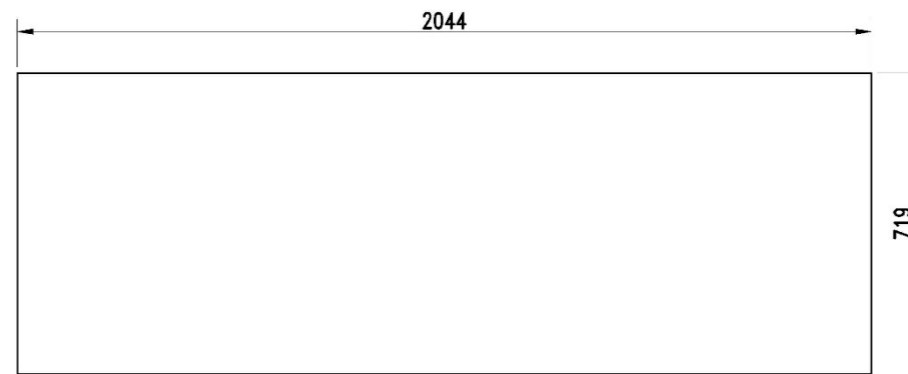
DUCTO DE ALIMENTACION-PL02
 ESCALA: (1 : 5)
 Steel, Carbon



PLACA BASE
 ESCALA: (1 : 2)
 Steel, Carbon



PL-CLA-01
 ESCALA: (1 : 12)
 Stainless Steel AISI 310



PL-CLA-03
 ESCALA: (1 : 15)
 Stainless Steel AISI 310



**CALDERA DE BIOMASA
 HABILITADOS VARIOS**

	NOMBRES	FECHA	FIRMA	<p>TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.</p> <p>TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.</p>
DISEÑADO:	A.M.A.P.			
DIBUJADO:	A.M.A.P.			
REVISADO:	A.M.A.P.			
APROBADO:	A.M.A.P.			

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.

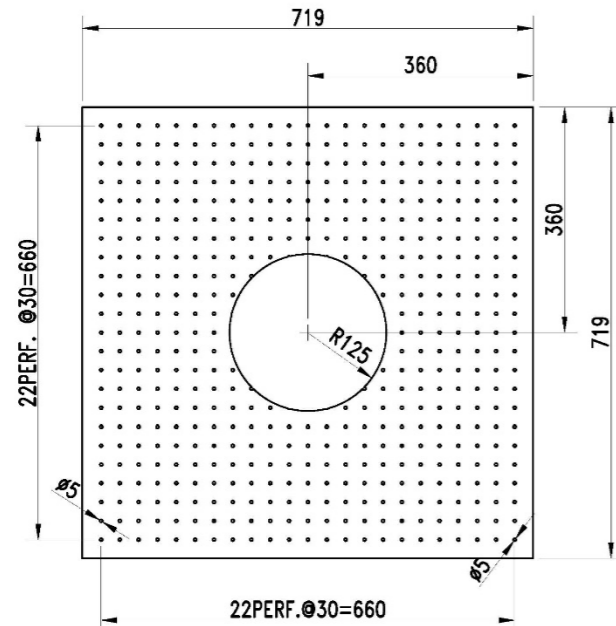
FTO.: A3

ESC: INDICADA

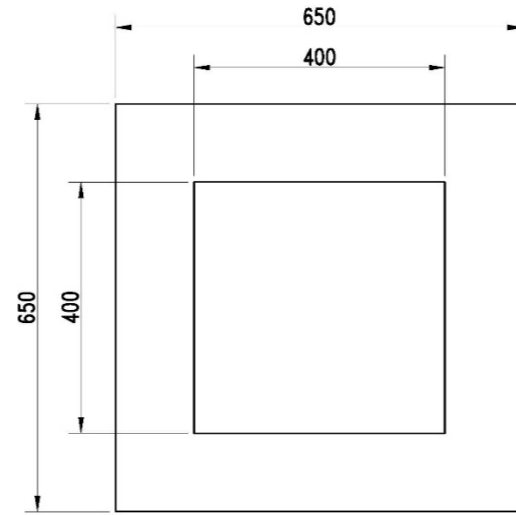
PLANO N°:

PL-HAB-003

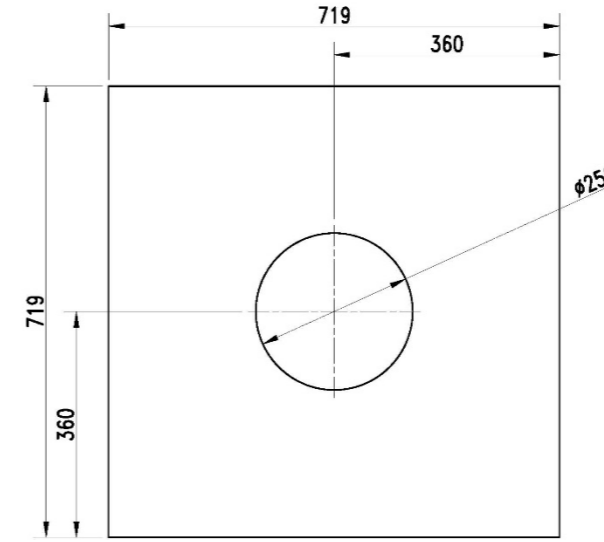
REV.: **B**



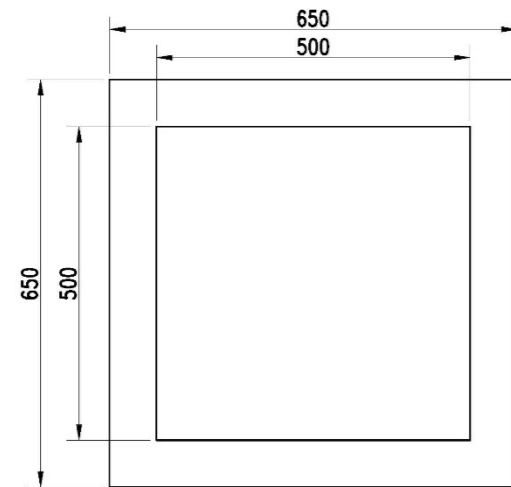
22PERF. Ø30=660
PL-PC-01
 ESCALA: (1 : 10)
 Stainless Steel AISI 310



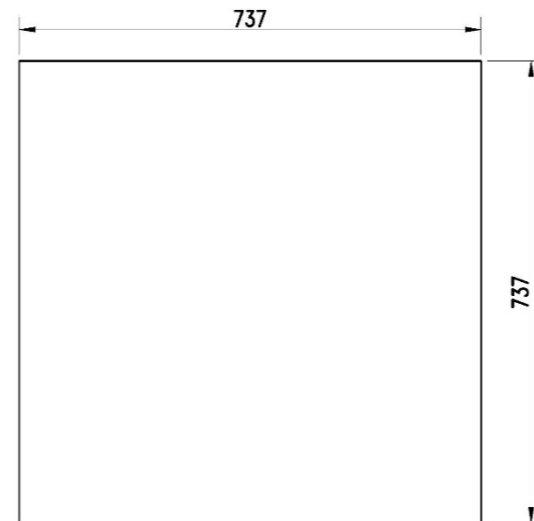
PL-SAC-01
 ESCALA: (1 : 10)
 Stainless Steel AISI 310



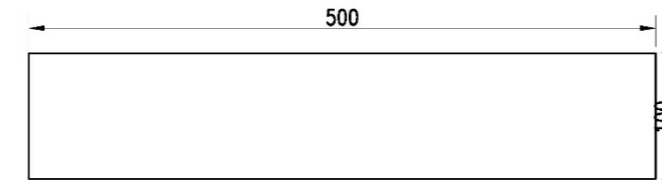
PL-BTA-01
 ESCALA: (1 : 10)
 Stainless Steel AISI 310



PL-SB-01
 ESCALA: (1 : 10)
 Stainless Steel AISI 310



PL-CB-01
 ESCALA: (1 : 10)
 Stainless Steel AISI 310



CJ-PL1
 ESCALA: (1 : 5)
 Steel, Carbon



**CALDERA DE BIOMASA
 HABILITADOS VARIOS**

	NOMBRES	FECHA	FIRMA
DISEÑADO:	A.M.A.P.		
DIBUJADO:	A.M.A.P.		
REVISADO:	A.M.A.P.		
APROBADO:	A.M.A.P.		

TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.

TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.

Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.

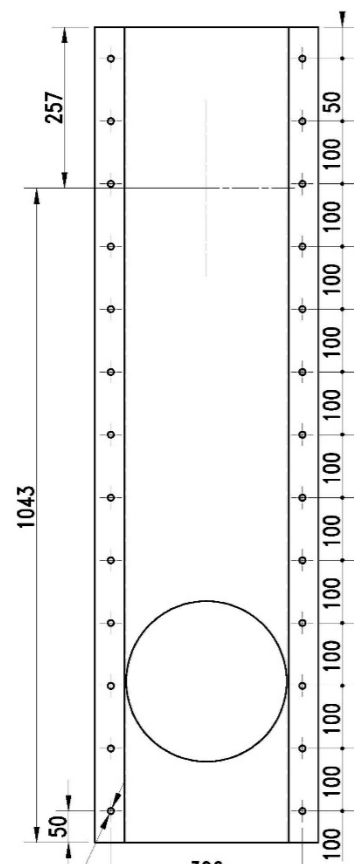
FTO.: A3

ESC: INDICADA

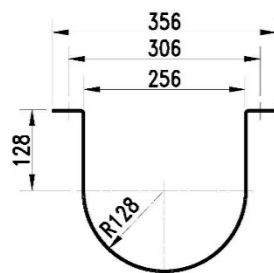
PLANO N°:

PL-HAB-002

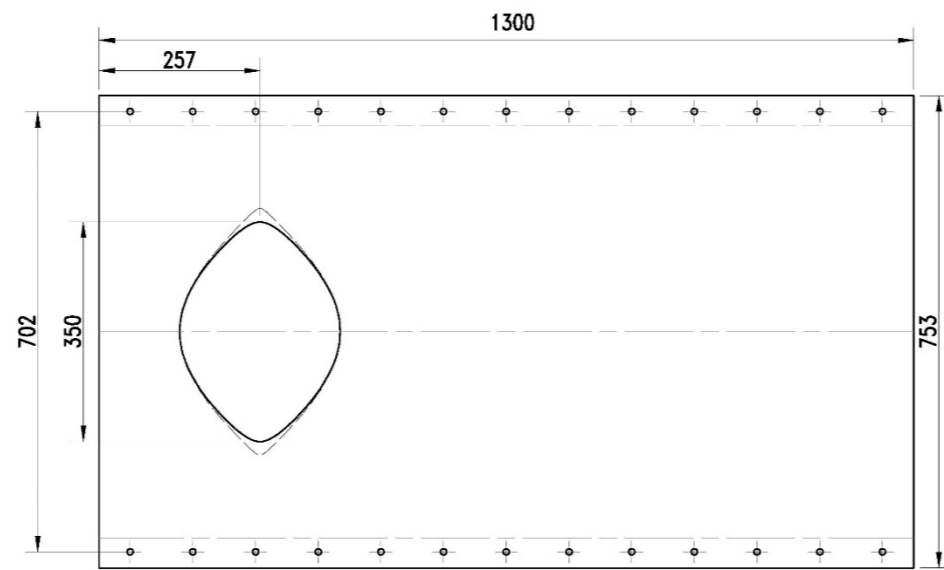
REV.: **B**



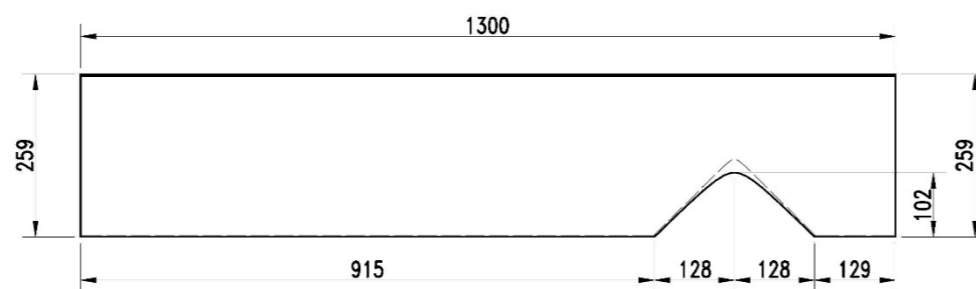
VISTA DE PLANTA
ESCALA: (1 : 10)



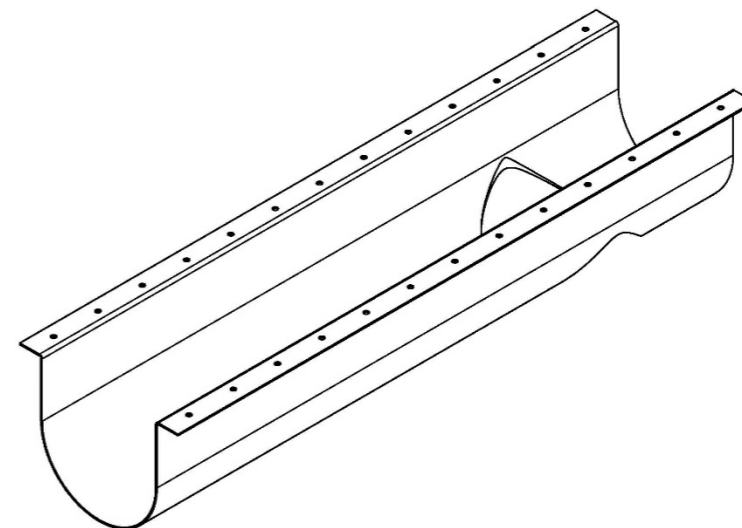
ARTESA-PL01
ESCALA: (1 : 10)
Steel, Carbon



DESARROLLO - ARTESA-PL01
ESCALA: (1 : 10)

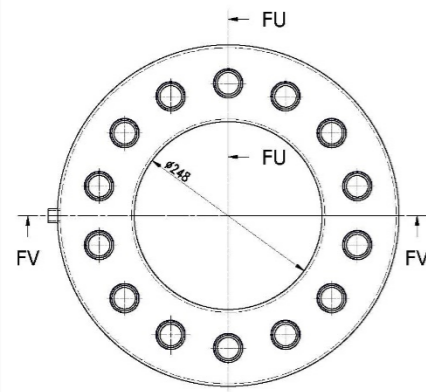


VISTA LATERAL
ESCALA: (1 : 10)

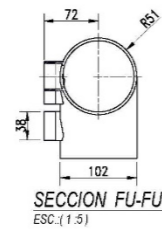


ISOMETRICO
ESCALA: S:E

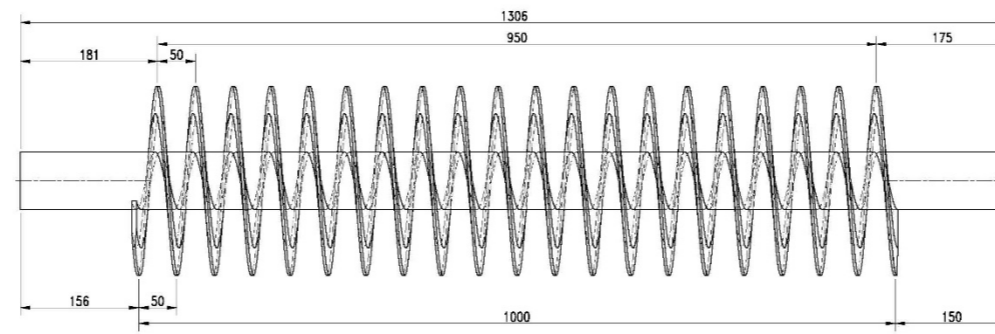
Parts List							
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS		
1	1	ARTESA-PL01.ipt	Steel, Carbon	21.521 kg			
			CALDERA DE BIOMASA HABILITADO ARTESA PL1				
			NOMBRES	FECHA	FIRMA	TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.	
			DISEÑADO:	A.M.A.P.			
			DIBUJADO:	A.M.A.P.			
			REVISADO:	A.M.A.P.			
APROBADO:	A.M.A.P.						
<small>Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.</small>			FTO.: A3	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-001		
					REV.: B		



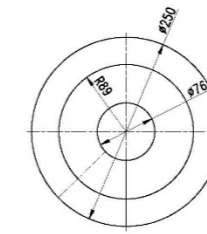
TANQUE COLECTOR DE AGUA
ESCALA: (1.5)
Stainless Steel AISI 440C, Welded



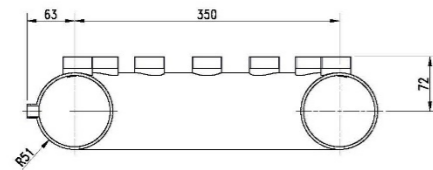
SECCION FU-FU
ESC. (1.5)



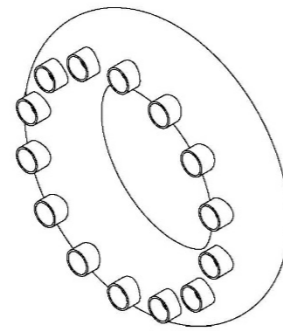
TORNILLO TRANSPORTADOR CALDERA
ESCALA: (1.5)
Steel, Carbon



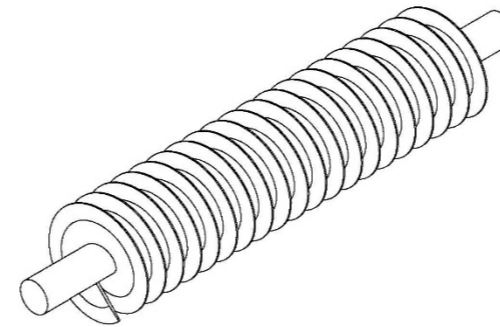
VISTA LATERAL
ESCALA: (1.5)




CORTE FV-FV
ESC. (1.5)

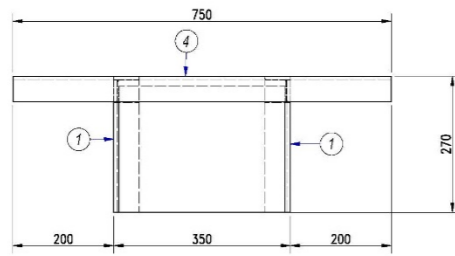


ISOMETRICO
ESCALA: S.E

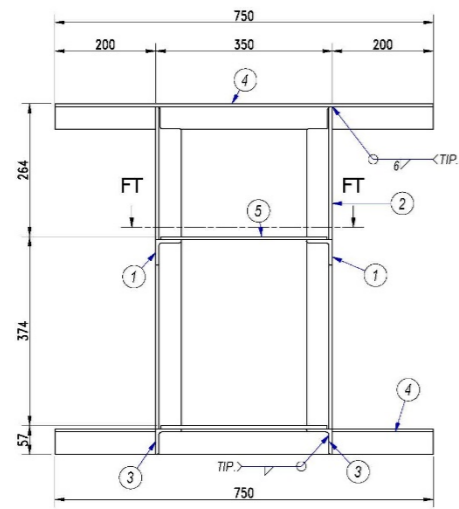


ISOMETRICO
ESCALA: S.E

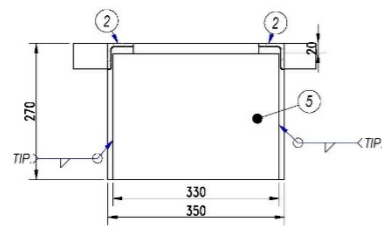
			CALDERA DE BIOMASA ENSAMBLE TORNILLO TRANSPORTADOR ENSAMBLE TANQUE COLECTOR DE AGUA	
NOMBRES	FECHA	FIRMA		
DISEÑADO: A.M.A.P.			<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DIBUJADO: A.M.A.P.				
REVISADO: A.M.A.P.				
APROBADO: A.M.A.P.				
<small>Para dibujos en conjuntos de Ingeniería Mecánica Agregar número y/o de serie al nombre del componente.</small>			FTG.: A2 ESC.: INDICADA PLANO N°: PL-ES-010 REV.: B	



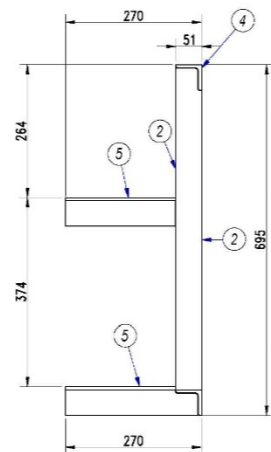
VISTA DE PLANTA
ESCALA: (1:10)



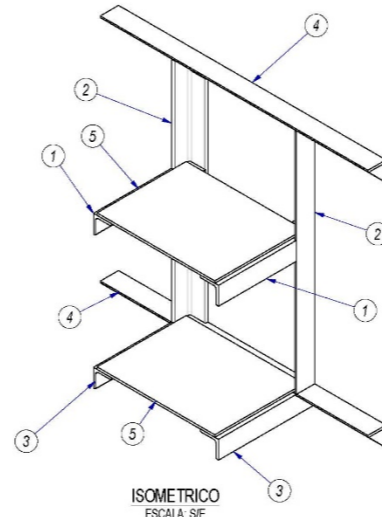
SOPOORTE SP-TC-AN-01
ESCALA: (1:10)



CORTE FT-FT
ESCALA: (1:10)




VISTA LATERAL
ESCALA: (1:10)



ISOMETRICO
ESCALA: SIE

Parts List					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO Kg	COMENTARIOS
1	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 01	Stainless Steel AISI 310	1.16 kg	
2	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 02	Stainless Steel AISI 310	2.99 kg	
3	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 03	Stainless Steel AISI 310	1.16 kg	
4	2	AISC - L 2 x 2 x 1/4 - 04	Stainless Steel AISI 310	3.66 kg	
5	2	SP-TC-PL1.glt	Stainless Steel AISI 310	3.96 kg	

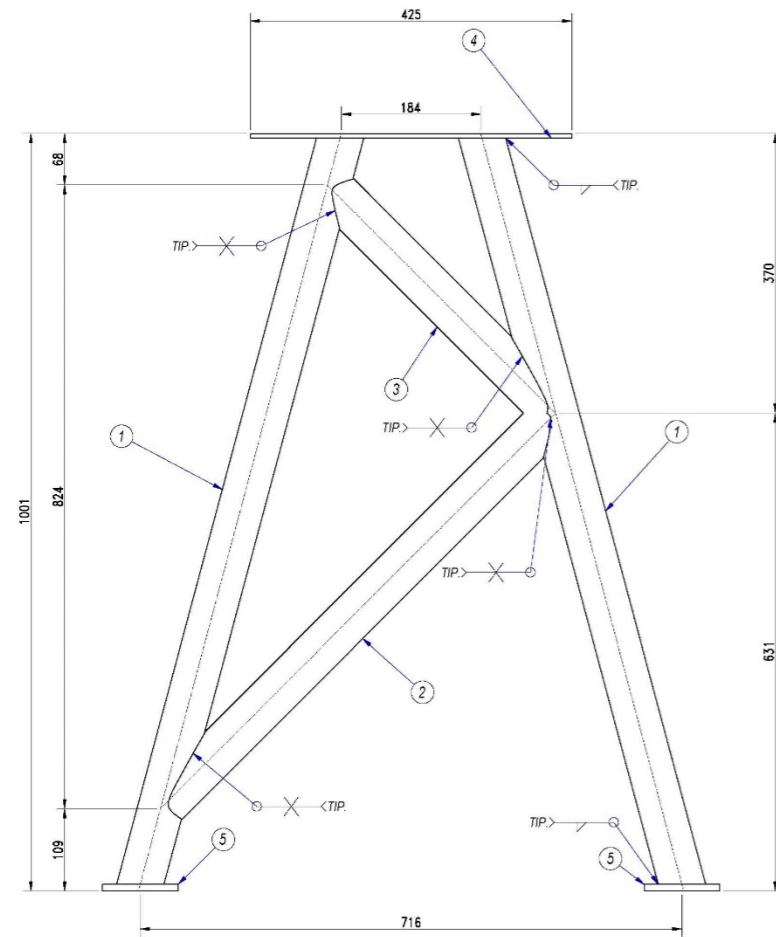

**CALDERA DE BIOMASA
ENSAMBLE SOP. TURBO COMPRESOR**

• TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.

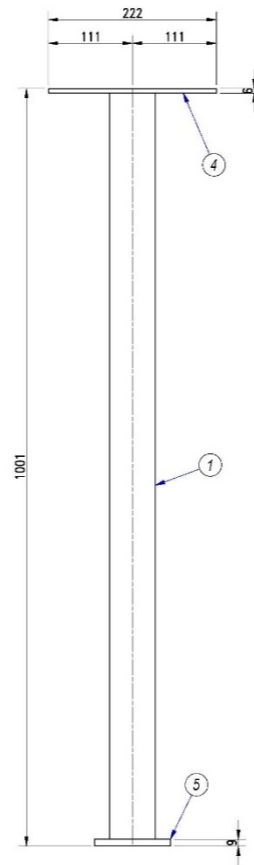
• TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.

NOMBRES	FECHA	FIRMA
DISEÑADO: A.M.A.P.		
DIBUJADO: A.M.A.P.		
REVISADO: A.M.A.P.		
APROBADO: A.M.A.P.		

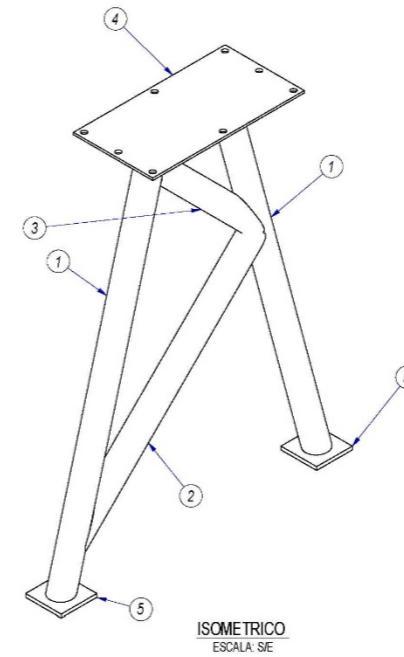
FTO: A2 ESC: INDICADA PLANO N°: PL-ES-009 REV: B



SOPORTE ARTESA
ESCALA: (1:5)

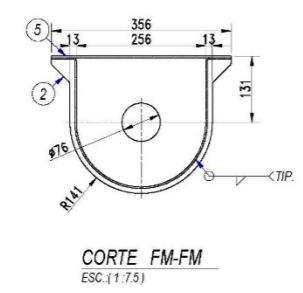
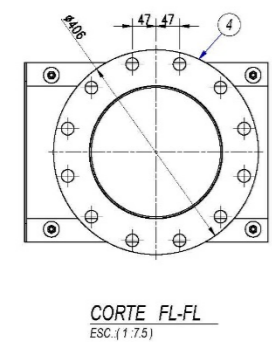
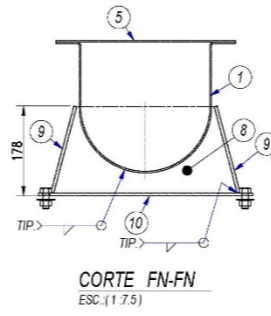
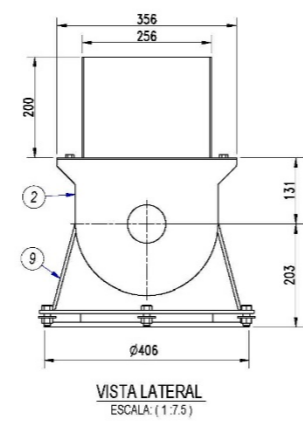
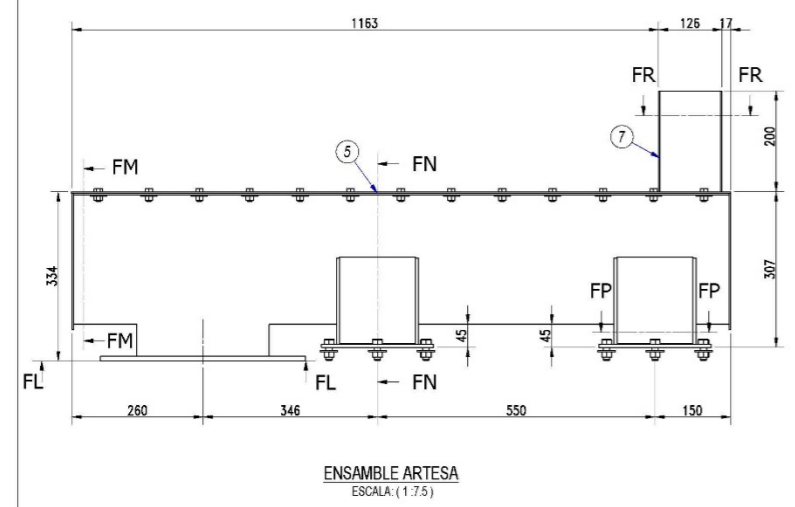
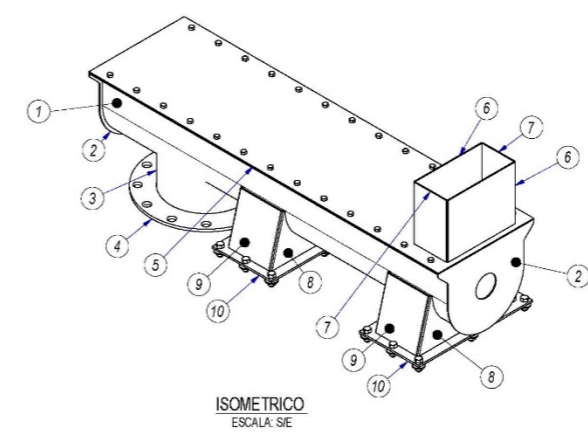
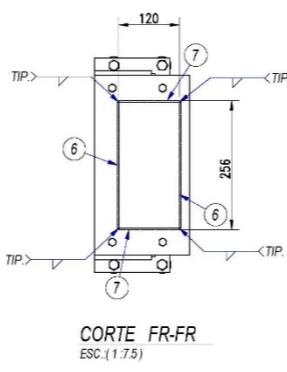
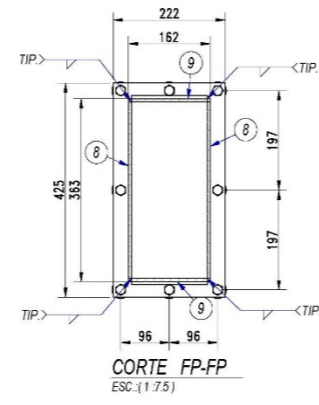
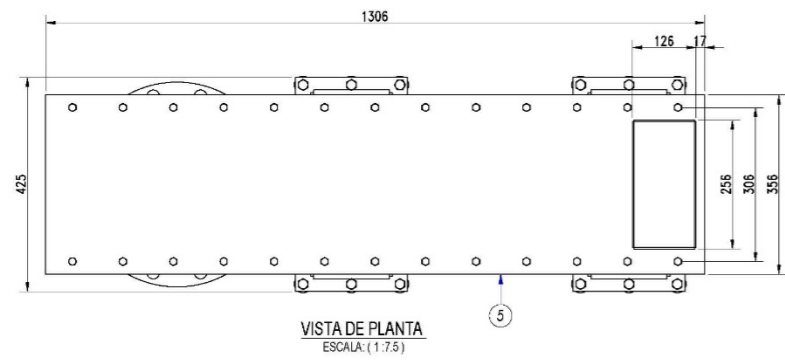


VISTA LATERAL
ESCALA: (1:5)



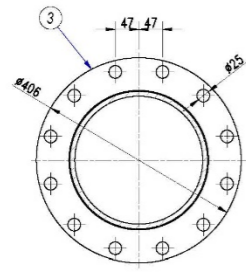
Parts List					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO Kg	COMENTARIOS
1	2	"Varies"	Steel, Mild	8.09 kg	
2	1	ANSI_AISC Rolled Steel 2 1666723788016 .ipt	Steel, Mild	3.63 kg	
3	1	ANSI_AISC Rolled Steel 2 1666723788041 .ipt	Steel, Mild	1.93 kg	
4	1	ARTESA-SP-PL3 .ipt	Steel, Carbon	4.39 kg	
5	2	PLACA BASE .ipt	Steel, Carbon	0.71 kg	

			CALDERA DE BIOMASA ENSAMBLE SOPORTE ARTESA		
NOMBRES FECHA FIRMA			• TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.		
DISEÑADO: A.M.A.P.			• TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.		
DIBUJADO: A.M.A.P.					
REVISADO: A.M.A.P.					
APROBADO: A.M.A.P.					
<small>File dibuj: en conjuntos de ing. 4xpt Maquina Agujero 11mm y 12.5 mm. 2008.01.01. 10:00:00 AM</small>			FTG: A2	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-ES-008
					REV: B

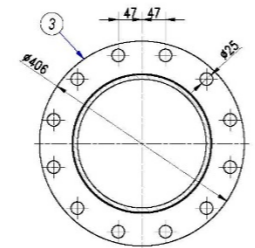


Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	ARTESA-PL01.ipt	Steel Carbon	21.521 kg	
2	2	ARTESA-PL02.ipt	Steel Carbon	1.538 kg	
3	1	ARTESA-PL03.ipt	Steel Carbon	2.175 kg	
4	1	ARTESA-BR01.ipt	Steel Carbon	4.881 kg	
5	1	TAPA-ARTESA-PL01.ipt	Steel Carbon	10.773 kg	
6	2	DUCTO DE ALIMENTACION-PL01.ipt	Steel Carbon	1.178 kg	
7	2	DUCTO DE ALIMENTACION-PL02.ipt	Steel Carbon	0.565 kg	
8	4	ARTESA-SP-PL1.ipt	Steel Carbon	1.265 kg	
9	4	ARTESA-SP-PL2.ipt	Steel Carbon	1.243 kg	
10	2	ARTESA-SP-PL3.ipt	Steel Carbon	4.386 kg	
11	26	ANSI_ASME B18.2.1-3_8-16 UNC - 0.75(2).ipt	Steel Mkd	0.044 lbmass	
12	26	ANSI B18.22.1-3_8-wide - Type B.ipt	Steel Mkd	0.031 lbmass	
13	26	ANSI B18.22-3_8-16(2).ipt	Steel Mkd	0.018 lbmass	
14	16	ANSI_ASME B18.2.1-1_2-13 UNC - 1.25(2).ipt	Steel Mkd	0.120 lbmass	
15	16	ANSI B18.22.1-1_2-wide - Type A.ipt	Steel Mkd	0.038 lbmass	
16	16	ANSI B18.22-1_2-13(2).ipt	Steel Mkd	0.043 lbmass	

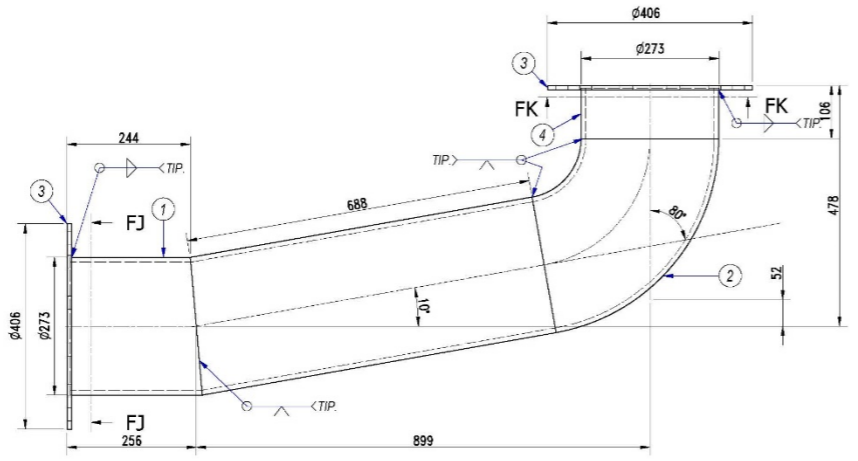
			CALDERA DE BIOMASA ENSAMBLE ARTESA		
DISEÑADO:	A.M.A.P.	FECHA:		• TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. • TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.	
DIBUJADO:	A.M.A.P.	FIRMA:			
REVISADO:	A.M.A.P.				
APROBADO:	A.M.A.P.				
File: c:\pup\en\proyectos\calderas\caldera\artesa\artesa.dwg File: c:\pup\en\proyectos\calderas\caldera\artesa\artesa.dwg			FTO: A2 ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-ES-007	REV: B



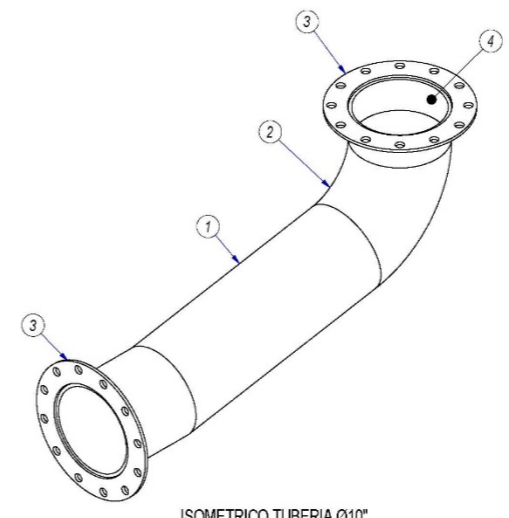
CORTE FJ-FJ
ESC. (1:10)



CORTE FK-FK
ESC. (1:10)



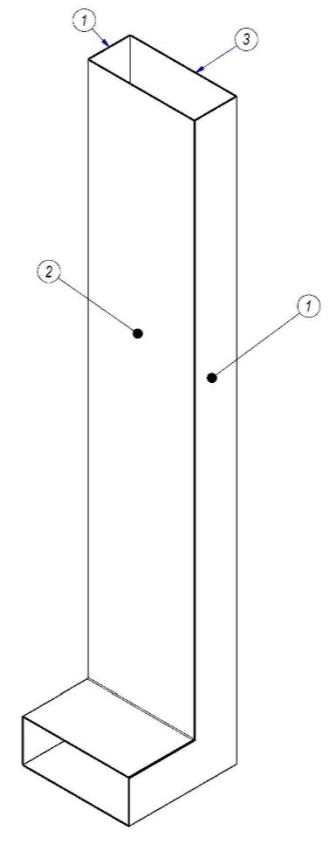
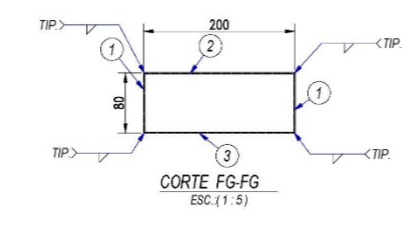
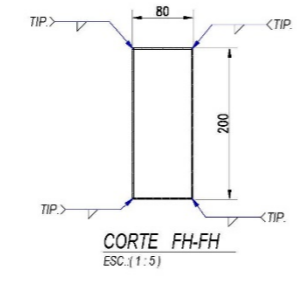
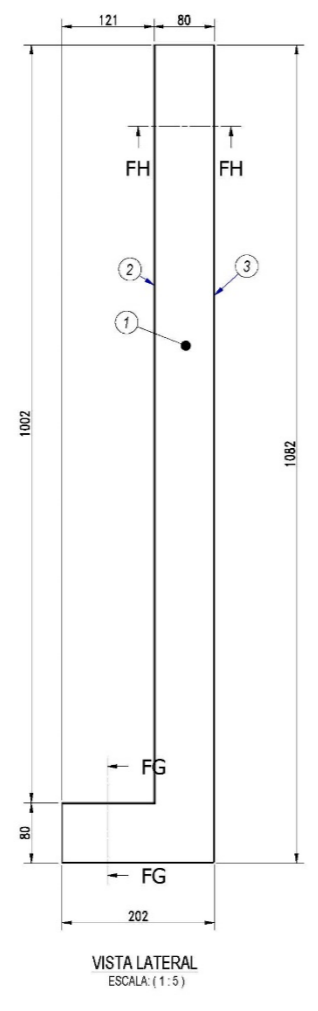
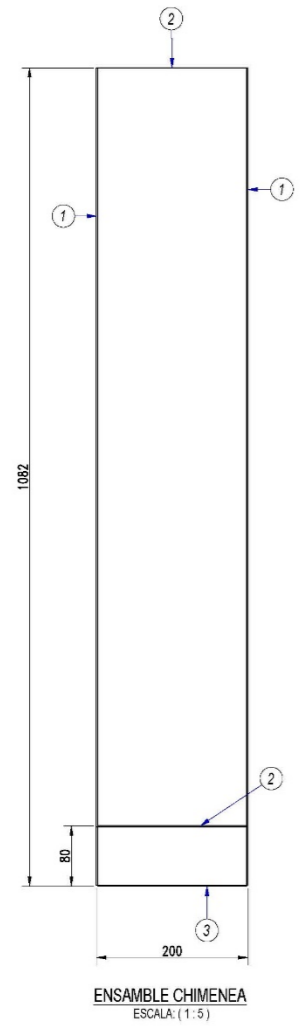
ENSAMBLE TUBERIA 10IN
ESCALA: (1:10)



ISOMETRICO TUBERIA Ø10"
ESCALA: 3/8E

Parts List					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO Kg	COMMENTS
1	1	TB-10DEG-01.ppt	Stainless Steel AISI 310	59.919 kg	
2	1	CD-80DEG-01.ppt	Stainless Steel AISI 310	22.369 kg	
3	2	ARTESA-BR02.ppt	Steel Carbon	4.511 kg	
4	1	TB-02.ppt	Stainless Steel AISI 310	5.972 kg	

			CALDERA DE BIOMASA ENSAMBLE TUBERÍA			
DISEÑADO:	A.M.A.P.	FECHA:		FIRMA:	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DIBUJADO:	A.M.A.P.					
REVISADO:	A.M.A.P.					
APROBADO:	A.M.A.P.					
<small>Para dibujos en conjuntos de Ingeniería Mecánica Agregar número y/o de serie de cada uno de los componentes.</small>			FTO: A2	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-ES-006	REV: B

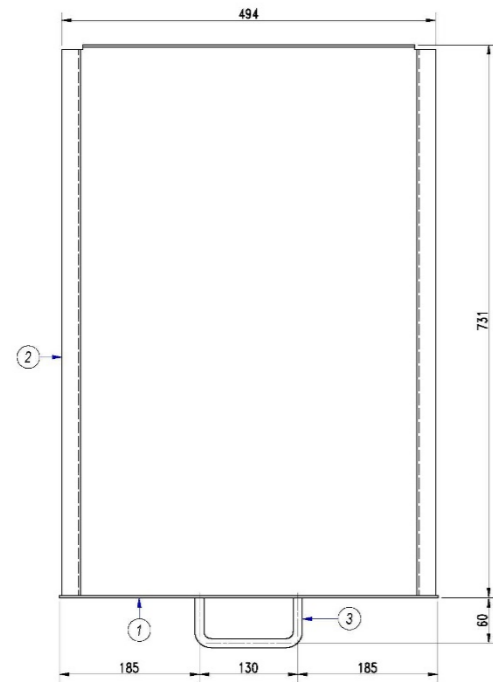


Parts List					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO Kg	COMENTARIOS
1	2	CH-PL1.plt	Stainless Steel AISI 310	1.112 kg	
2	1	CH-PL2.plt	Stainless Steel AISI 310	2.656 kg	
3	1	CH-PL3.plt	Stainless Steel AISI 310	3.027 kg	

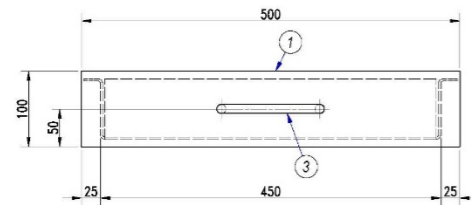
			CALDERA DE BIOMASA ENSAMBLE CHIMENEA		
DISEÑADO:	A.M.A.P.	FECHA:		FIRMA:	
DIBUJADO:	A.M.A.P.				
REVISADO:	A.M.A.P.				
APROBADO:	A.M.A.P.				

• TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.
 • TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.

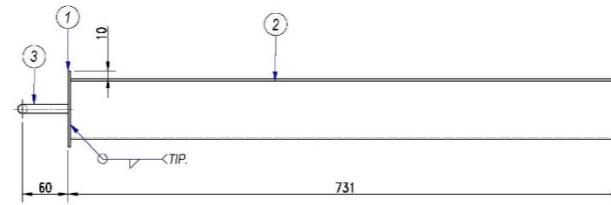
FTO:	ESC:	PLANO N°:	REV:
A2	INDICADA	PL-ES-005	B



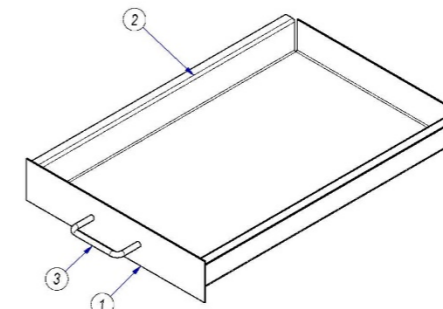
VISTA PLANTA
ESCALA: 1:5



CAJON CENICERO
ESCALA: (1:5)




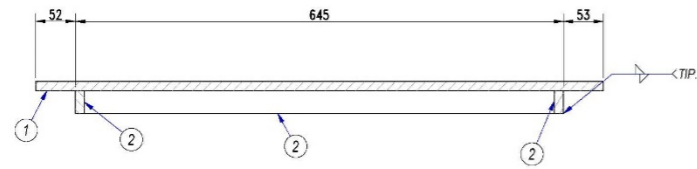
VISTA LATERAL
ESCALA: (1:5)



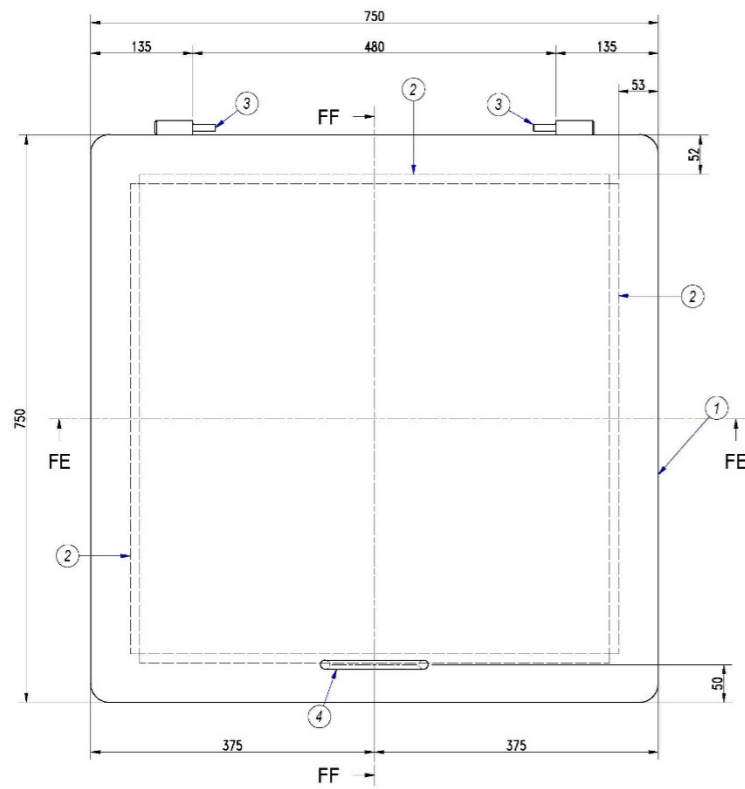
ISOMETRICO
ESCALA: 5/8

LISTA DE PARTES CAJÓN CENICERO					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO Kg	COMENTARIOS
1	1	CJ-FL1 ipt	Steel Carbon	1.178 kg	
2	1	CJ-FL2 ipt	Stainless Steel AISI 310	11.947 kg	
3	1	CJ-JRL1 ipt	Stainless Steel AISI 310	0.215 kg	

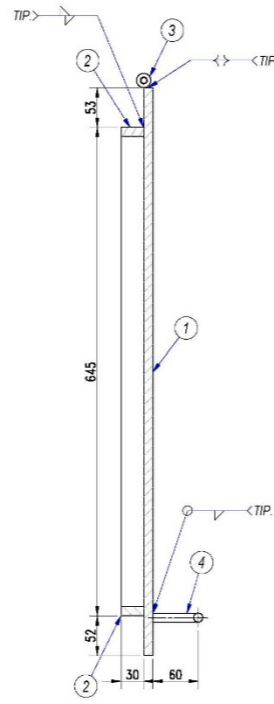
			CALDERA DE BIOMASA ENSAMBLE CAJÓN		
DISEÑADO:	A.M.A.P.	FECHA:		<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DIBUJADO:	A.M.A.P.	FECHA:			
REVISADO:	A.M.A.P.	FECHA:			
APROBADO:	A.M.A.P.	FECHA:			
<small>Para dibujos en formato A2, el tamaño de impresión debe ser de 420x594 mm. Para formatos A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, A10, A11, A12, A13, A14, A15, A16, A17, A18, A19, A20, A21, A22, A23, A24, A25, A26, A27, A28, A29, A30, A31, A32, A33, A34, A35, A36, A37, A38, A39, A40, A41, A42, A43, A44, A45, A46, A47, A48, A49, A50, A51, A52, A53, A54, A55, A56, A57, A58, A59, A60, A61, A62, A63, A64, A65, A66, A67, A68, A69, A70, A71, A72, A73, A74, A75, A76, A77, A78, A79, A80, A81, A82, A83, A84, A85, A86, A87, A88, A89, A90, A91, A92, A93, A94, A95, A96, A97, A98, A99, A100, A101, A102, A103, A104, A105, A106, A107, A108, A109, A110, A111, A112, A113, A114, A115, A116, A117, A118, A119, A120, A121, A122, A123, A124, A125, A126, A127, A128, A129, A130, A131, A132, A133, A134, A135, A136, A137, A138, A139, A140, A141, A142, A143, A144, A145, A146, A147, A148, A149, A150, A151, A152, A153, A154, A155, A156, A157, A158, A159, A160, A161, A162, A163, A164, A165, A166, A167, A168, A169, A170, A171, A172, A173, A174, A175, A176, A177, A178, A179, A180, A181, A182, A183, A184, A185, A186, A187, A188, A189, A190, A191, A192, A193, A194, A195, A196, A197, A198, A199, A200, A201, A202, A203, A204, A205, A206, A207, A208, A209, A210, A211, A212, A213, A214, A215, A216, A217, A218, A219, A220, A221, A222, A223, A224, A225, A226, A227, A228, A229, A230, A231, A232, A233, A234, A235, A236, A237, A238, A239, A240, A241, A242, A243, A244, A245, A246, A247, A248, A249, A250, A251, A252, A253, A254, A255, A256, A257, A258, A259, A260, A261, A262, A263, A264, A265, A266, A267, A268, A269, A270, A271, A272, A273, A274, A275, A276, A277, A278, A279, A280, A281, A282, A283, A284, A285, A286, A287, A288, A289, A290, A291, A292, A293, A294, A295, A296, A297, A298, A299, A300, A301, A302, A303, A304, A305, A306, A307, A308, A309, A310, A311, A312, A313, A314, A315, A316, A317, A318, A319, A320, A321, A322, A323, A324, A325, A326, A327, A328, A329, A330, A331, A332, A333, A334, A335, A336, A337, A338, A339, A340, A341, A342, A343, A344, A345, A346, A347, A348, A349, A350, A351, A352, A353, A354, A355, A356, A357, A358, A359, A360, A361, A362, A363, A364, A365, A366, A367, A368, A369, A370, A371, A372, A373, A374, A375, A376, A377, A378, A379, A380, A381, A382, A383, A384, A385, A386, A387, A388, A389, A390, A391, A392, A393, A394, A395, A396, A397, A398, A399, A400, A401, A402, A403, A404, A405, A406, A407, A408, A409, A410, A411, A412, A413, A414, A415, A416, A417, A418, A419, A420, A421, A422, A423, A424, A425, A426, A427, A428, A429, A430, A431, A432, A433, A434, A435, A436, A437, A438, A439, A440, A441, A442, A443, A444, A445, A446, A447, A448, A449, A450, A451, A452, A453, A454, A455, A456, A457, A458, A459, A460, A461, A462, A463, A464, A465, A466, A467, A468, A469, A470, A471, A472, A473, A474, A475, A476, A477, A478, A479, A480, A481, A482, A483, A484, A485, A486, A487, A488, A489, A490, A491, A492, A493, A494, A495, A496, A497, A498, A499, A500, A501, A502, A503, A504, A505, A506, A507, A508, A509, A510, A511, A512, A513, A514, A515, A516, A517, A518, A519, A520, A521, A522, A523, A524, A525, A526, A527, A528, A529, A530, A531, A532, A533, A534, A535, A536, A537, A538, A539, A540, A541, A542, A543, A544, A545, A546, A547, A548, A549, A550, A551, A552, A553, A554, A555, A556, A557, A558, A559, A560, A561, A562, A563, A564, A565, A566, A567, A568, A569, A570, A571, A572, A573, A574, A575, A576, A577, A578, A579, A580, A581, A582, A583, A584, A585, A586, A587, A588, A589, A590, A591, A592, A593, A594, A595, A596, A597, A598, A599, A600, A601, A602, A603, A604, A605, A606, A607, A608, A609, A610, A611, A612, A613, A614, A615, A616, A617, A618, A619, A620, A621, A622, A623, A624, A625, A626, A627, A628, A629, A630, A631, A632, A633, A634, A635, A636, A637, A638, A639, A640, A641, A642, A643, A644, A645, A646, A647, A648, A649, A650, A651, A652, A653, A654, A655, A656, A657, A658, A659, A660, A661, A662, A663, A664, A665, A666, A667, A668, A669, A670, A671, A672, A673, A674, A675, A676, A677, A678, A679, A680, A681, A682, A683, A684, A685, A686, A687, A688, A689, A690, A691, A692, A693, A694, A695, A696, A697, A698, A699, A700, A701, A702, A703, A704, A705, A706, A707, A708, A709, A710, A711, A712, A713, A714, A715, A716, A717, A718, A719, A720, A721, A722, A723, A724, A725, A726, A727, A728, A729, A730, A731, A732, A733, A734, A735, A736, A737, A738, A739, A740, A741, A742, A743, A744, A745, A746, A747, A748, A749, A750, A751, A752, A753, A754, A755, A756, A757, A758, A759, A760, A761, A762, A763, A764, A765, A766, A767, A768, A769, A770, A771, A772, A773, A774, A775, A776, A777, A778, A779, A780, A781, A782, A783, A784, A785, A786, A787, A788, A789, A790, A791, A792, A793, A794, A795, A796, A797, A798, A799, A800, A801, A802, A803, A804, A805, A806, A807, A808, A809, A810, A811, A812, A813, A814, A815, A816, A817, A818, A819, A820, A821, A822, A823, A824, A825, A826, A827, A828, A829, A830, A831, A832, A833, A834, A835, A836, A837, A838, A839, A840, A841, A842, A843, A844, A845, A846, A847, A848, A849, A850, A851, A852, A853, A854, A855, A856, A857, A858, A859, A860, A861, A862, A863, A864, A865, A866, A867, A868, A869, A870, A871, A872, A873, A874, A875, A876, A877, A878, A879, A880, A881, A882, A883, A884, A885, A886, A887, A888, A889, A890, A891, A892, A893, A894, A895, A896, A897, A898, A899, A900, A901, A902, A903, A904, A905, A906, A907, A908, A909, A910, A911, A912, A913, A914, A915, A916, A917, A918, A919, A920, A921, A922, A923, A924, A925, A926, A927, A928, A929, A930, A931, A932, A933, A934, A935, A936, A937, A938, A939, A940, A941, A942, A943, A944, A945, A946, A947, A948, A949, A950, A951, A952, A953, A954, A955, A956, A957, A958, A959, A960, A961, A962, A963, A964, A965, A966, A967, A968, A969, A970, A971, A972, A973, A974, A975, A976, A977, A978, A979, A980, A981, A982, A983, A984, A985, A986, A987, A988, A989, A990, A991, A992, A993, A994, A995, A996, A997, A998, A999, A1000.</small>			FTG: A2 ESC: INDICADA PLANO N°: PL-ES-004 REV: B		



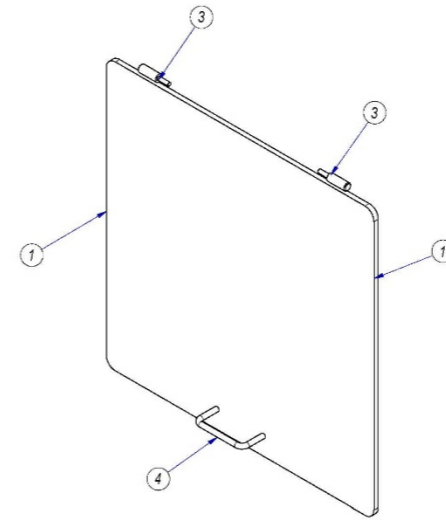
CORTE FE-FE
ESC. (1:5)



TAPA CARCASA
ESCALA: (1:5)




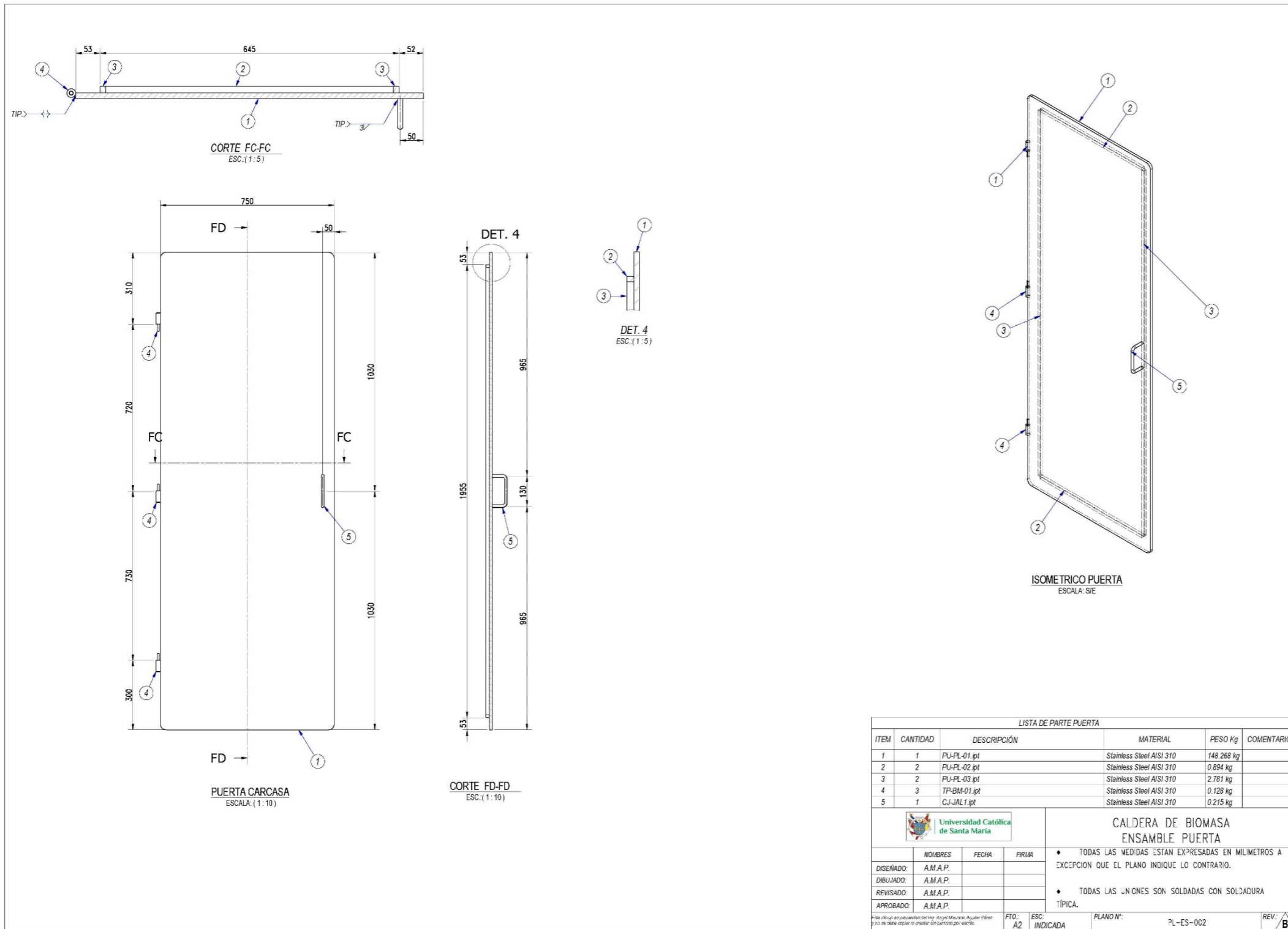
CORTE FF-FF
ESC. (1:5)

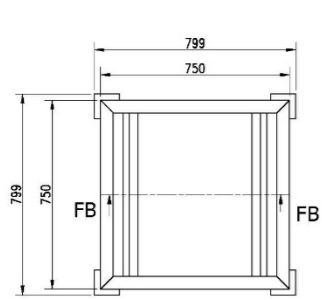


ISOMETRICO TAPA CARCASA
ESCALA: SE

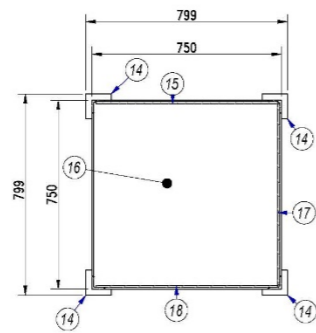
LISTA DE PARTES TAPA					
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	PESO Kg	COMENTARIOS
1	1	TP-PL-01 ipt	Stainless Steel AISI 310	53.948 kg	
2	4	TP-PL-02 ipt	Stainless Steel AISI 310	1.788 kg	
3	2	TP-BM-01 ipt	Stainless Steel AISI 310	0.128 kg	
4	1	CJ-JAL-1 ipt	Stainless Steel AISI 310	0.215 kg	

			CALDERA DE BIOMASA ENSAMBLE TAPA		
NOMBRES FECHA FIRMA			• TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. • TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.		
DISEÑADO: A.M.A.P.					
DIBUJADO: A.M.A.P.					
REVISADO: A.M.A.P.					
APROBADO: A.M.A.P.			FTO: A2	ESC: INDICADA	PLANO N°: PL-ES-003
<small>Este dibujo es propiedad de la Universidad Católica de Santa María y no debe ser copiado ni reproducido sin su consentimiento escrito.</small>					REV: B

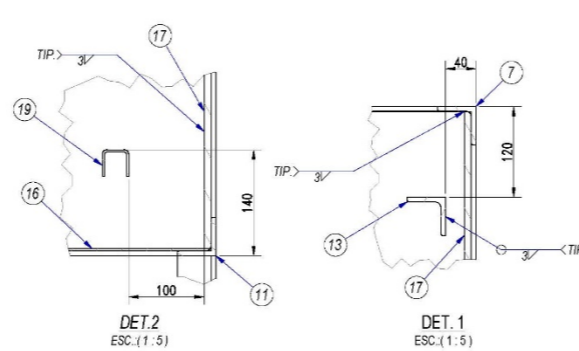




VISTA DE PLANTA
ESCALA: (1:10)

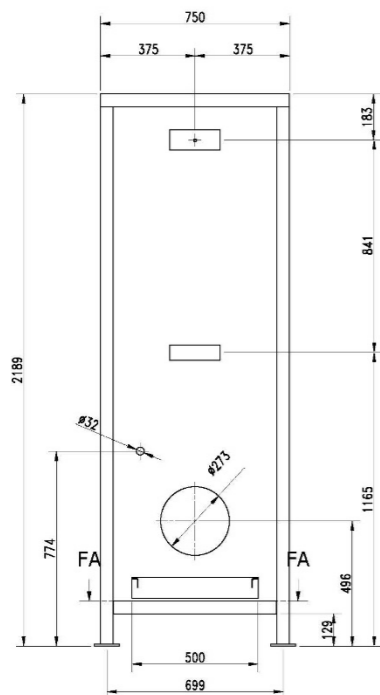


CORTE FA-FA
ESC.: (1:10)

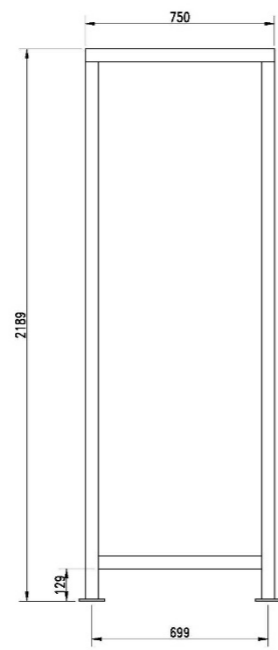


DET. 2
ESC.: (1:5)

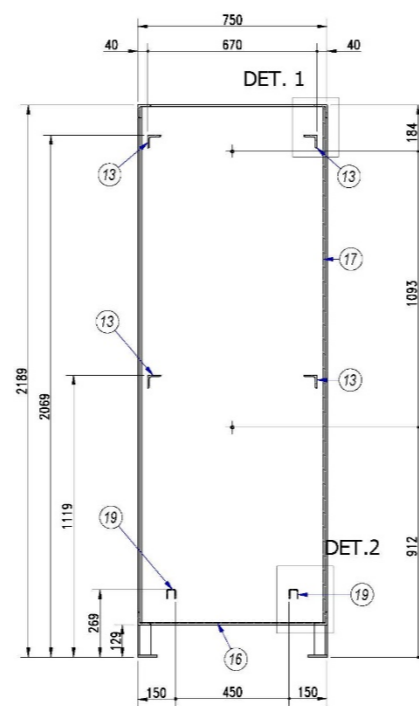
DET. 1
ESC.: (1:5)



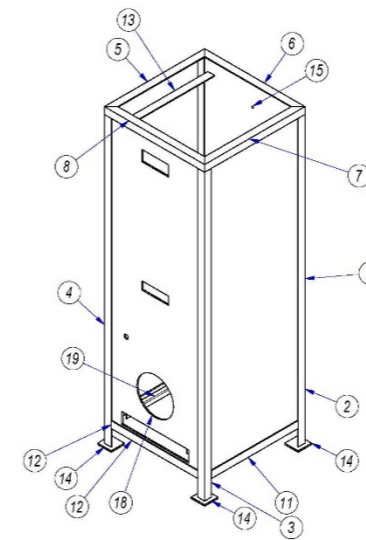
ESTRUCTURA CARCASA
ESCALA: (1:10)



VISTA LATERAL
ESCALA: (1:10)




CORTE FB-FB
ESC.: (1:10)



ISOMETRICO ESTRUCTURA
ESCALA: SIE

LISTA DE PARTES ESTRUCTURA						
ITEM	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	MATERIAL	LONGITUD	PESO Kg.	COMENTARIOS
1	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634189031.pt	Steel, Carbon	2129 mm	10 kg	
2	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634238963.pt	Steel, Carbon	2129 mm	10 kg	
3	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634248952.pt	Steel, Carbon	2129 mm	10 kg	
4	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634256947.pt	Steel, Carbon	2129 mm	10 kg	
5	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634316255.pt	Steel, Carbon	750 mm	3 kg	
6	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634328387.pt	Steel, Carbon	750 mm	3 kg	
7	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634344542.pt	Steel, Carbon	750 mm	3 kg	
8	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634349246.pt	Steel, Carbon	750 mm	3 kg	
9	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634365646.pt	Steel, Carbon	732 mm	3 kg	
10	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634365674.pt	Steel, Carbon	732 mm	3 kg	
11	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634365704.pt	Steel, Carbon	732 mm	3 kg	
12	1	AISC L 2 x 2 x 1/4 1666634365730.pt	Steel, Carbon	732 mm	3 kg	
13	4	AISC L 2 x 2 x 1/4 1667266679338.pt	Steel, Mild	2877 mm	3 kg	
14	4	PLACA BASE.pt	Steel, Carbon	4 mm	1 kg	
15	1	PL-CLA-01.pt	Stainless Steel AISI 310	1 mm	106 kg	
16	1	PL-CB-01.pt	Stainless Steel AISI 310	1 mm	13 kg	
17	1	PL-CLA-02.pt	Stainless Steel AISI 310	1 mm	106 kg	
18	1	PL-CLA-02.pt	Stainless Steel AISI 310	1 mm	97 kg	
19	2	CJ-PL3.pt	Stainless Steel AISI 310	2 mm	2 kg	

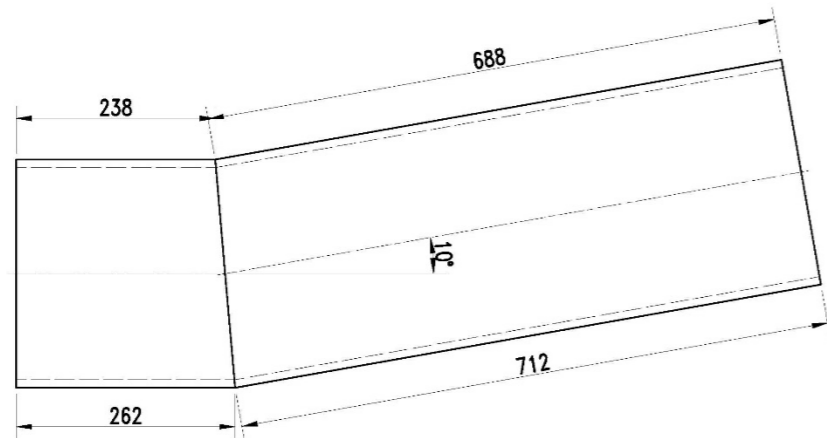

Universidad Católica de Santa María

**CALDERA DE BIOMASA
ENSAMBLE ESTRUCTURA**

NOMBRES	FECHA	FIRMA
DISEÑADO: A.M.A.P.		
DIBUJADO: A.M.A.P.		
REVISADO: A.M.A.P.		
APROBADO: A.M.A.P.		

• TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO.
 • TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA.


FTO: A2 ESC: INDICADA PLANO N°: PL-ES-001 REV: B



TB-10DEG-01
 ESCALA: (1 : 7.5)
 Stainless Steel AISI 310



Parts List					
ITEM	QTY	FILE NAME	MATERIAL	MASS	COMMENTS
1	1	TB-10DEG-01.ipt	Stainless Steel AISI 310	59.919 kg	

		CALDERA DE BIOMASA – HABILITADOS TB-10DEG-01			
	NOMBRES	FECHA	FIRMA	<ul style="list-style-type: none"> TODAS LAS MEDIDAS ESTAN EXPRESADAS EN MILIMETROS A EXCEPCION QUE EL PLANO INDIQUE LO CONTRARIO. TODAS LAS UNIONES SON SOLDADAS CON SOLDADURA TÍPICA. 	
DISEÑADO:	A.M.A.P.				
DIBUJADO:	A.M.A.P.				
REVISADO:	A.M.A.P.				
APROBADO:	A.M.A.P.				

<small>Este dibujo es propiedad del Ing. Angel Mauricio Aguilar Pérez y no se debe copiar ni prestar sin permiso por escrito.</small>		FTO.: A4	ESC.: INDICADA	PLANO N°: PL-HAB-020	REV.: B
---	--	-------------	-------------------	-------------------------	------------