



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción del Uruguay
INGENIERIA ELECTROMECHANICA

PROYECTO FINAL DE CARRERA
(P F C)

Aprovechamiento de biomasa en zonas aisladas

Proyecto N°: PFC 1609B

Autores:

Bonnin, Lucas
Monzón Emanuel

Tutor:

Ing. Martin, Matías

Dirección de Proyectos:

Ing. Puente, Gustavo
Ing. De Carli, Aníbal

AÑO 2018

Resumen Ejecutivo:

Este proyecto social tiene como principal objetivo brindar al Estado una solución, para mejorar las condiciones de vida de las pequeñas comunidades en áreas aisladas del país. Tiene aplicación en pequeños centros de salud, centros comunitarios, pequeñas aldeas, etc.

Se busca solucionar los problemas de abastecimiento de energía eléctrica, la cual se obtiene aprovechando el poder energético de la biomasa en un digestor. El sistema utiliza la energía generada para alimentar diferentes equipos, destinados a proveer los servicios básicos domiciliarios. Siendo estos: agua potable, cámara de refrigeración, cocción de alimentos y acondicionamiento del agua.

Abstract:

The main objective of this social project is to provide the State with a solution to improve the living conditions of small communities in isolated areas of the country. It has application in small health centers, community centers, small villages, etc.

It seeks to solve the problems of electricity supply, which is obtained by exploiting the energy power of biomass in a digester. The system uses the energy generated to feed different equipment, destined to provide basic domiciliary services. Being these: drinking water, refrigeration chamber, food cooking and water conditioning.



Índices generales

1. A-PFC-1609B – ANEXOII
2. C-PFC-1609B - INTRODUCCION Y SITUACION PROBLEMÁTICA
3. D-PFC-1609B - OBJETIVOS ALCANCES Y PLAN DE TRABAJOS
4. E-PFC-1609B - INGENIERIA BASICA
5. F-PFC-1609B- INGENIERIA DE DETALLES
6. G-PFC-1609B - MEMORIAS DE CALCULO
7. H-PFC-1609B – ANEXOS COMPLEMENTARIOS
8. H2-PFC-1609B – ANEXOS: BIBLIOGRAFÍA, GLOSARIO, ABREVIATURAS, CODIFICACIÓN

2018

Aprovechamiento Energético de Biomosas en Zonas Aisladas

SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción Del Uruguay

AUTORES: BONNIN, LUCAS; MONZÓN, EMANUEL.

Índice fascículo C- PFC- 1609B

Índice Ilustraciones	1
2.1. Introducción	2
2.1.1 Localización de superficies destinadas.....	2
2.1.2 Cobertura de la red de distribución eléctrica.....	3
2.1.3 Capacidad instalada para generación de electricidad en Argentina (2008-2009)	6
2.1.4 Situación problemática.....	6
2.1.5 Propuesta	8
2.1.6 Características de la biomasa:.....	8
2.1.7 Situación actual en Argentina	9
Potencial estimado de fuentes alternativas para la generación de electricidad	9
2.1.8 Beneficios de la gasificación de la biomasa	9
2.2. Antecedentes de la gasificación	11

Índice Ilustraciones

Ilustración 1 Ubicación en Provincia del Chaco	2
Ilustración 2 Ubicación de Pampa del Infierno	2
Ilustración 3 Mapa de cobertura de la red eléctrica en el país.....	4
Ilustración 4 Abundante Biomasa	6
Ilustración 5 Falta de agua potable	6
Ilustración 6 Sin energía Eléctrica	7

2.1. Introducción

El presente trabajo pretende ser parte de un proyecto de gran envergadura, como lo es diseñar, manufacturar y probar un sistema generador de servicios a partir de biomasa. El mismo nació a partir de una iniciativa personal, concebido como un proyecto que involucra una variedad de tópicos teóricos, en una aplicación de alto nivel. Uno de los fines de este proyecto es dar una solución al estado, para mejorar las condiciones de vida de las personas que viven en diferentes zonas aisladas del país. Aportando el equipo a pequeños centros comunitarios, centros médicos o pequeñas comunidades.

De tal manera se busca realizar el diseño de un sistema generador de servicios, que abastezca a pequeña escala, las necesidades básicas de los usuarios, para propósitos residenciales o comerciales. Siendo este un sistema integrado para satisfacer las necesidades de calefacción, refrigeración de productos, agua potable y suministro de energía eléctrica.

2.1.1 Localización de superficies destinadas

La ubicación pretendida del proyecto es en zonas desfavorables y de ausencia de servicios. Principalmente está orientado hacia las zonas más carentes del país. Por ejemplo en el NORTE, abarcando las provincias de Chaco y Formosa. Centrándonos en un lugar específico, lo localizaremos en Pampa del Infierno, provincia de Chaco.

A continuación se muestran sus coordenadas:

- Latitud: 26° 31' 0" S
- Longitud: 61° 10' 0" O
- Huso UTM: 20

En las siguientes imágenes se ve la ubicación de la localidad:



Ilustración 1 Ubicación en Provincia del Chaco



Ilustración 2 Ubicación de Pampa del Infierno

2.1.2 Cobertura de la red de distribución eléctrica.

La Argentina es un país dotado de equilibrados recursos energéticos, tanto renovables como no renovables. El análisis de los balances energéticos realizados para los últimos quince años, muestra que el país ha alcanzado niveles aceptables de autoabastecimiento energético.

Sin embargo, la distribución geográfica del abastecimiento energético convencional en la República Argentina no es uniforme, existiendo aún vastas áreas en las cuales no se han satisfecho los mínimos requerimientos de energía. En general, los consumos provinciales se encuentran por debajo de la media nacional y en varias provincias no alcanzan a la mitad de dicho valor.

La estructura regional de abastecimiento, presenta desequilibrios en cuanto a producción, consumo y flujos energéticos interregionales, provocando en ciertas regiones una acentuada dependencia. Además debe destacarse que, aunque una parte importante de la población urbana y rural tiene acceso a la energía comercial en sus formas más avanzadas, falta cubrir vastas regiones tanto en extensión e intensidad.

La provisión de energía eléctrica en la República Argentina cubre las necesidades de las regiones de mayor densidad demográfica, actividad industrial y agropecuaria, prestándose el servicio en aproximadamente un 65 % de la superficie total del territorio nacional.

En general se identifican grandes distancias entre los centros de producción y los centros de transformación y consumo, lo cual produce altos costos de transporte en el sistema energético, reflejados en las tarifas.

El siguiente Mapa muestra en forma aproximada, la cobertura del sistema de distribución de energía eléctrica en la República Argentina. Las zonas ralladas indican el área con oferta eléctrica actual y a corto o mediano plazo, en tanto que las restantes zonas indican el área sin cobertura de la red de distribución eléctrica.

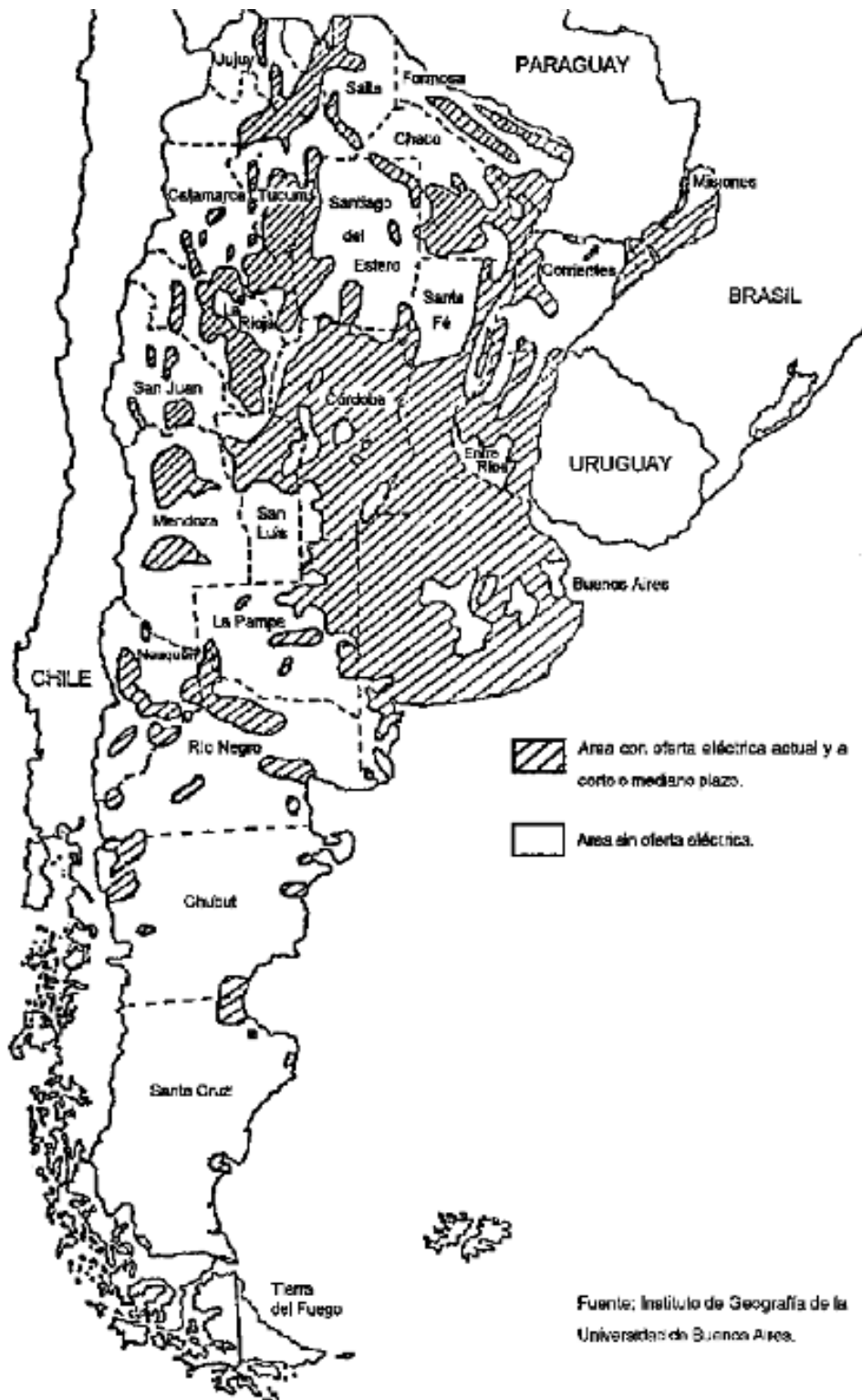


Ilustración 3 Mapa de cobertura de la red eléctrica en el país

En el mapa anterior se puede observar, cuáles serían los destinos para este sistema, debido a que se visualizan zonas que carecen del servicio de energía eléctrica.

Las áreas anteriormente marcadas, se encuentran sin ningún tipo de servicios y sus habitantes debido al gran nivel de pobreza, no cuentan con los medios y recursos económicos para poder generarlos. Según estadísticas realizadas por el Instituto de Investigación social y política ciudadana, en Chaco, 5 de cada 10 habitantes son pobres. Otro dato no menor, es que para el INDEC, la pobreza es del 8,4 % en la provincia.

Los resultados, provenientes del estudio preparado por el Instituto de Geografía de la Universidad de Buenos Aires a solicitud de la Secretaria de Energía [Yanes, LA. y otros, 1988], muestran que muchas de las zonas con menor desarrollo relativo, de las redes convencionales de distribución de energía, son a su vez las que poseen mayor disponibilidad de recursos y residuos forestales, como por ejemplo las provincias de Corrientes, Chaco, Formosa, norte de Santa Fe, Santiago del Estero, Salta, etc.

Por otra parte, en muchas de las regiones en las que existe red de distribución de energía eléctrica, la infraestructura resulta insuficiente, debido al elevado crecimiento poblacional e industrial registrado en las últimas décadas, dando como resultado un servicio de baja calidad, con frecuentes interrupciones e inadmisibles variaciones en los parámetros de suministro.

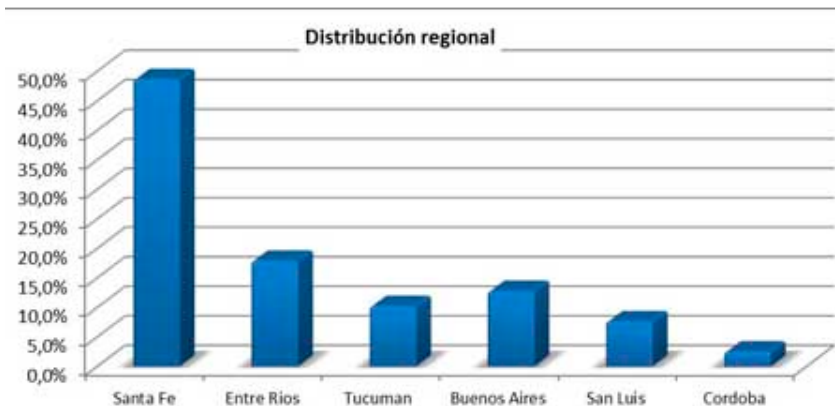
Todo ello, sumado a la desregulación del mercado eléctrico en curso y la reciente adecuación de las reglamentaciones para permitir la venta de excedentes a la red, hace que resulte conveniente, encarar la autogeneración y la cogeneración, a partir de residuos de producción combustibles, en aquellos casos en que sea posible.

Asimismo, proveer de energía a las zonas rurales y de baja densidad de población constituye un problema de difícil solución técnico-económica-institucional.

Todo lo anterior muestra que existen razonables posibilidades de mejorar la cobertura energética del país en el mediano plazo, con una mayor participación de las fuentes renovables, tales como la biomasa.

2.1.3 Capacidad instalada para generación de electricidad en Argentina (2008-2009)

En base a actividades realizadas por el INTI, la relación que mantiene con el sector público y privado, se estima que en nuestro país existen más de 60 plantas de biodigestión de diferentes tamaños, tecnologías y usos. Actualmente, se tiene registro de la existencia de 40 plantas de generación de biogás, de las cuales aproximadamente el 49% corresponde a grandes instalaciones, el 26% a instalaciones medias y el resto a pequeñas plantas.



2.1.4 Situación problemática

En diferentes zonas del país no existe distribución de energía eléctrica, limitando otros servicios esenciales básicos como: la refrigeración de alimentos perecederos, iluminación, bombeo y calefacción.

Más allá de la localización del área al cual puede estar enfocado, se propone una localidad como ejemplo, donde puede ser utilizado.



Ilustración 5 Falta de agua potable



Ilustración 4 Abundante Biomasa



Ilustración 6 Sin energía Eléctrica

Teniendo en cuenta que, en la actualidad el precio de la energía eléctrica es elevado y siendo la biomasa un recurso accesible en muchas localidades, hace posible generarla. Como así también, tener bosques cuidados con menor riesgo de incendio, generación de empleos y consecuentemente un futuro más prometedor y próspero para las sociedades. Como se especificó anteriormente, la biomasa es abundante y dándole un buen uso, se puede satisfacer las necesidades y comodidades mínimas de aquellas personas que carecen de estas. Es importante aclarar que su uso debe ser controlado.

Según los datos expresados por el Instituto de Investigación social y política ciudadana, y por el INDEC, (antes mencionados pág. 5) en Chaco, existen lugares donde el nivel de pobreza es elevado y no cuentan con los medios, o recursos económicos para poder generar los servicios. Si tenemos en cuenta que con un simple acondicionamiento de la madera se puede generar energía eléctrica, mediante un digestor y de esta manera obtener otros servicios, se mejoraría la calidad de vida de estas personas.

Ya que el sistema completo entra dentro de un container, transportarlo no es un problema y mediante el uso de camiones se logra dirigirlo a cualquier zona del país, siendo esto una ventaja importante.

2.1.5 Propuesta

Este proyecto representa el diseño de un sistema semiautomático termoquímico, capaz de transformar la biomasa en servicios básicos, aumentando el bienestar de las personas. La biomasa a utilizar puede ser: de restos de aprovechamientos forestales, de las industrias de primera y segunda transformación de la madera, de los productos agrícolas y forestales, de los residuos de explotaciones ganaderas, de la fracción orgánica de los residuos sólidos urbanos, de cultivos implantados y explotados para obtención de biomasa, es decir los denominados cultivos energéticos y en general, de cualquier producto de origen orgánico susceptible de aprovechamiento energético.

El sistema cuenta con diferentes equipos, pensados para entregar a las personas los servicios básicos tales como, la energía eléctrica, agua potable, conservación de medicamentos y alimentos, entre otros. Como todo el proceso es a base de biomasa, el operario solo debe alimentar el digestor y este se encargara de realizar los procesos correspondientes para generar energía eléctrica. El operario también será el encargado de retirar las cenizas, producto de la combustión.

En relación al circuito hidráulico, este puede ser automático o manual, ya que cada depósito cuenta con boyas de nivel para darle arranque y parada a cada bomba encargada de llenarlos.

La cámara frigorífica, es la encargada de conservar lo que el operario desee depositar dentro de ella, teniendo la misma un control de temperatura, capaz de controlar temperatura tipada por el usuario, convirtiéndola en automática.

La mesa de trabajo es 100% manual, depende exclusivamente de la actividad que desee realizar el operario, desde el acondicionamiento de la biomasa a otro trabajo en particular.

2.1.6 Características de la biomasa:

La principal característica de la biomasa es que, es renovable, debido a la simplicidad de sus condiciones de formación y el corto plazo que toma esto en comparación a los combustibles fósiles.

Se destaca su baja huella de carbono, pues al utilizar biomasa para la generación de energía, se emite mayoritariamente CO₂, que luego es consumido por las especies vegetales en su proceso de fotosíntesis. Pasado un tiempo prudencial, estas se convierten nuevamente en biomasa aprovechable para energía, cerrando así el ciclo del carbono.

Algunas de las ventajas de utilizar esta materia como energía son:

- No emite contaminantes sulfurados ni nitrogenados.
- Permite el reciclaje y disminución de residuos.
- Simple obtención y utilización.
- En Argentina, hay alta disponibilidad debido a procesos forestales y silvoagropecuarios. Esto hace que disminuya la dependencia externa a abastecimiento de combustibles.

Por otro lado, las desventajas que presenta el uso de la biomasa:

- Posee menor densidad energética, lo que obliga a que los sistemas de almacenamiento sean mayores frente a otras fuentes convencionales.
- Los rendimientos en equipos que funcionan a biomasa, son menores a los que funcionan con fuentes convencionales.

- En algunos casos, las zonas de cultivo para obtención de biomasa compiten con zonas de cultivos silvoagropecuarios destinados a consumo directo.
- Debido a las impurezas inorgánicas que presenta, requiere sistemas de pre tratamiento para su uso como recurso energético.

También debido a impurezas, los residuos generados luego del uso como energía necesitan de sistemas de pos tratamiento, a veces bastantes complejos.

2.1.7 Situación actual en Argentina

En la República Argentina el recurso de biomasa accesible y potencialmente disponible, alcanza los 148 Mt, estimado a través del proyecto WISDOM. Así mismo, el aprovechamiento de residuos de biomasa actualmente ya alimenta 720 MW, principalmente en instalaciones de azucareros. También existe un gran potencial de generación de electricidad, por fuente de biomasa de 430 MW, utilizando principalmente residuos de madera y agroindustriales, pero a pesar de esto todavía existen grandes obstáculos para su aprovechamiento.

(MW)	Solar FV	Solar Térmica	Eólica	Biomasa	Geotérmica	PCH		Hidro	Térmica	Nuclear	Total MEM
Capacidad Instalada (2008/2009) ¹	10	-	30.56	720	0.67 (fuera de servicio)	380	0	10156	15064	1005	26225
Turbina a Vapor									4438		
Turbina a Gas									2901		
Ciclo Combinado									7488		
Diesel									238		

Potencial estimado de fuentes alternativas para la generación de electricidad

	Solar Fotovoltaico (kWh/m ² .año)	Energía Eólica (MW)	PCH (MW)	Geotérmica (MW)	Biomasa (MW)
Argentina	1800	5000	425-480	150-2000	430
Brasil	1095-2372.5	>250000	25913	360-3000	26540 ¹
Chile	663.5-2555	6000-10000	2600	3500-7000	1000
Perú	1900-2500; 1800	2500	1000	1000-2990	178 ²
Colombia	1800	21000	25000	55 ²	47
Venezuela	1606-2445.5	45195	15000	910	340
México	1640-2370	40000	3250 ³	6500-8000	800
América Central	1725-2175	400 – 600 W/m ² ⁴	18000 ³	24400-31500	635

2.1.8 Beneficios de la gasificación de la biomasa

Si se compara con otras tecnologías, la gasificación posee muchos atributos positivos, lo que contribuye a estimular el mercado actual.

- La gasificación es la única tecnología de conversión energética que ofrece simultáneamente flexibilidad y ventajas tanto en la alimentación, como en la tipología del producto.
- Flexibilidad en la alimentación: Todas las materias primas conteniendo carbono (residuos peligrosos, residuos sólidos urbanos, fangos de depuradora, biomasa, etc.) pueden ser gasificados.
- Alimentación de bajo coste (incluso coste negativo). Es la tecnología más adecuada para muchas aplicaciones industriales, como la anteriormente comentada en las refinerías.
- Mayor eficiencia y menor impacto medioambiental comparado con los sistemas de combustión, cuando se trata de producir electricidad a bajo coste a partir de materiales sólidos.
- El proceso de gasificación puede ser adaptado, incorporando tecnologías avanzadas para la concentración de dióxido de carbono con un reducido impacto en los costes y la eficiencia térmica. Esta característica será uno de los factores más importantes, para la selección de tecnología en las futuras plantas de energía.
- Es más fácil eliminar las emisiones de azufre y óxidos de nitrógeno en los productos de la gasificación. En general, el volumen de gas combustible procesado en una planta de GICC para su limpieza, es la tercera parte que le correspondería a una central eléctrica convencional. Esto repercute en una reducción de costes en los equipos de prevención de contaminación. Las plantas de gasificación también pueden configurarse, si es necesario, para alcanzar un nivel cero de emisiones.
- Las cenizas pueden depositarse en vertederos, sin costes añadidos de tratamiento, o bien pueden usarse como materiales de construcción o ser procesados posteriormente para obtener productos de valor añadido, llevando a una planta de descarga cero (sin producción de residuos sólidos).

Todas las características señaladas hacen prever buenas perspectivas de futuro para la gasificación, en un entorno marcado por una mayor competitividad en el mercado eléctrico, con regulaciones cada vez más estrictas en cuanto a emisiones de azufre, óxidos de nitrógeno, otros contaminantes atmosféricos y partículas, además por los tratados de reducción de emisiones de gases con efecto invernadero.

Para ser competitivas y elegidas como la tecnología más adecuada en este marco referencial, Stiegel y Maxwell, del Departamento de Energía de EEUU, apuntan a la necesidad de que las tecnologías puestas en el mercado han de ser capaces de tener una eficiencia térmica superior al 60%. Además de costes de inversión inferiores a 1500 \$US/KW, deben emitir muy poco o nada de azufre y óxidos de nitrógeno, como otros contaminantes atmosféricos y partículas. Utilizando todas las fuentes que contienen carbono, producir una amplia y variada gama de productos especializados, capturar y secuestrar dióxido de carbono.

De todas las tecnologías avanzadas en estado de desarrollo, las tecnologías basadas en la gasificación son las únicas, según los antes mencionados, que tienen el potencial de cumplir tales objetivos con costes de producción iguales o inferiores a los del mercado actual.

Los sistemas basados en la gasificación pueden, configurarse de muchas maneras para conseguir los objetivos de coste moderado y amplias prestaciones comentadas anteriormente:

- La alimentación puede estar constituida por carbón u otras fuentes carbonosas susceptibles de ser gasificadas como los residuos, biomasa, etc.

- El gas de síntesis resultante se limpia y posteriormente se quema en la unidad de generación (motor de combustión interna o ciclo combinado) para producir electricidad.
- El proceso puede ser configurado para producir combustibles y productos químicos transportables de forma más fácil y con menor impacto ambiental.

También se puede adaptar para producir hidrógeno que puede usarse en aplicaciones de refinería o en pilas de combustible de alta eficiencia.

2.1. Antecedentes de la gasificación

La gasificación es una antigua tecnología con grandes perspectivas de futuro. Es utilizada desde hace más de doscientos años y fue extensivamente manipulada para la producción de gas de ciudad, desde finales del siglo XIX y durante el siglo XX.

El verdadero impulso para el desarrollo de la tecnología de los gasificadores fue, la escasez de gasolina durante la Segunda Guerra Mundial. Durante los años del conflicto, Francia tenía más de 60.000 coches alimentados con carbón vegetal y Suecia tenía cerca de 75.000 autobuses, coches, camiones y barcos equipados con gasificadores de madera.

Después de la Segunda Guerra Mundial, la abundancia de gasolina y gas-oleo relativamente baratos, condeno al olvido a la tecnología de los gasificadores para su uso en automoción.

La gasificación para producción de gas ciudad o para la automoción ha desaparecido prácticamente en la medida que otras fuentes de energía, como el petróleo o el gas natural, han satisfecho esta demanda de forma más ventajosa y económica.

No obstante, las nuevas aplicaciones que han aparecido en los sectores industriales han forzado a los proveedores a obtener nuevos desarrollos tecnológicos para seguir siendo competitivos. Estos desarrollos han mantenido la gasificación, como un proceso industrial importante durante muchos años. La irrupción de regulaciones medioambientales cada vez más restrictivas, junto con las presiones y oportunidades para el uso eficiente de fuentes energéticas de bajo coste, está promoviendo en la actualidad la investigación y el desarrollo de soluciones tecnológicas apropiadas. Estos avances son los que impulsarán, el proceso de gasificación durante el siglo XXI.

A finales del siglo XX, la gasificación se había desplegado ampliamente por todo el mundo. En 1999 existían 128 plantas, con 366 gasificadores en operación, la mayoría de estas corresponden a países asiáticos con necesidades de ampliar su producción eléctrica, debido a su desarrollo económico. La segunda área importante corresponde a Europa Occidental, seguida de Norteamérica, donde las refinerías de crudo necesitaran utilizar plenamente sus fuentes de alimentación disponibles, mientras reducen su producción de fuelóleo.

2018

Aprovechamiento Energético de Biomosas en Zonas Aisladas

OBJETIVOS Y ALCANCES

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción Del Uruguay

AUTORES: BONNIN, LUCAS; MONZÓN EMANUEL

Índice de fascículo D-PFC-1609B

1-	3.1. Objetivo general	2
2-	3.2. Objetivos específicos	2
3-	3.3. Alcances	2
Limitaciones:2		
4-	3.4. Plan de trabajo.....	3

3.1. Objetivo general

Diseñar un sistema generador de servicios destinado a zonas aisladas, satisfaciendo las necesidades básicas de las personas. Utilizando materia orgánica, biomasa, como fuente energética. Planteando un sistema compacto, con dimensiones adecuadas a un container, facilitando su transporte a cualquier sitio.

3.2. Objetivos específicos

Realizar una breve reseña del estado del arte en biomasa como combustible.

Establecer los requerimientos del sistema generador a diseñar.

Diseño de los subsistemas, selección de equipos intervinientes.

Caracterizar, de manera básica, el sistema de control del digestor y sus componentes.

Plan de mantenimiento.

Dibujar los planos de piezas y conjunto del sistema que así lo requieran.

3.3. Alcances

Ingeniería de detalle del diseño electro-mecánico del sistema. Diseño y cálculo del sistema teniendo en cuenta los servicios básicos necesarios para la subsistencia del ser humano.

Incluye planos de detalle, lista de elementos y materiales para cotizar.

Utilización de herramientas computacionales para el diseño, solamente donde sea estrictamente necesario.

Prototipo para vivienda familiar, escalable.

Layout funcional conveniente del sistema generador.

Obtener un diseño adecuado para la construcción y entrega llave en mano.

Limitaciones: No se incluye

- Análisis de costos; cotización.
- Diseño y cálculo de obra civil (base).

3.4. Plan de trabajo

- Estudio de la Biomasa y biodigestores.
- Antecedentes de Biodigestores, para generar energía.
- Diseño del sistema.
- Selección de equipos.
- Posibles ubicaciones del equipo.
- Diseño de subsistemas.
- Anexos.

Plan de Entregas parciales	Plan de entregas		
	Rev 01	Rev 02	Aprob
A-Anexo II-PFC-1609B(Título autores)	09/2016		09/2016
B-PFC-1609B - CARATULA - RESUMEN EJECUTIVO	10/2018		29/10/18
C-PFC-1609B - INTRODUCCION Y SITUACION PROBLEMATICA	10/2018		29/10/18
D-PFC-1609B - OBJETIVOS ALCANCES Y PLAN DE TRABAJOS	10/2018		29/10/18
E-PFC-1609B - INGENIERIA BASICA	09/10/18	29/10/18	29/10/18
F-PFC-1609B- INGENIERIA DE DETALLES	5/11/18		12/11/18
G-PFC-1609B - MEMORIAS DE CALCULO	5/11/18		12/11/18
H-PFC-1609B – ANEXOS COMPLEMENTARIOS	12/10/18		12/11/18
I-PFC-1609B –PRESENTACIÓN PARA LA DEFENSA	29/10/18	5/11/18	12/11/18

2018

Aprovechamiento Energético de Biomosas en Zonas Aisladas

INGENIERIA BÁSICA

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción Del Uruguay**

AUTORES: BONNIN, LUCAS; MONZÓN, EMANUEL.

Contenido

1.	Diagrama de flujo de procesos	2
2.	C01 - Contenedor.....	8
3.	D01 - Digestor-Gasificador	9
4.	R01 - Cámara de Refrigeración.....	10
5.	H01 - Horno	14
6.	B01 - Sistema de bombeo.....	16
7.	F01 - Purificación de agua	18
8.	DAC - Climatización de agua.....	20
9.	MT01 - Mesa de trabajo	21
10.	E01 - Tablero de alimentación eléctrica	23
11.	E01-I - Iluminación exterior	24
12.	Codificación	25
	Índice.....	26
	Tabla de Ilustraciones.....	28

4. Ingeniería Básica

4.1. Diagrama de flujo de procesos

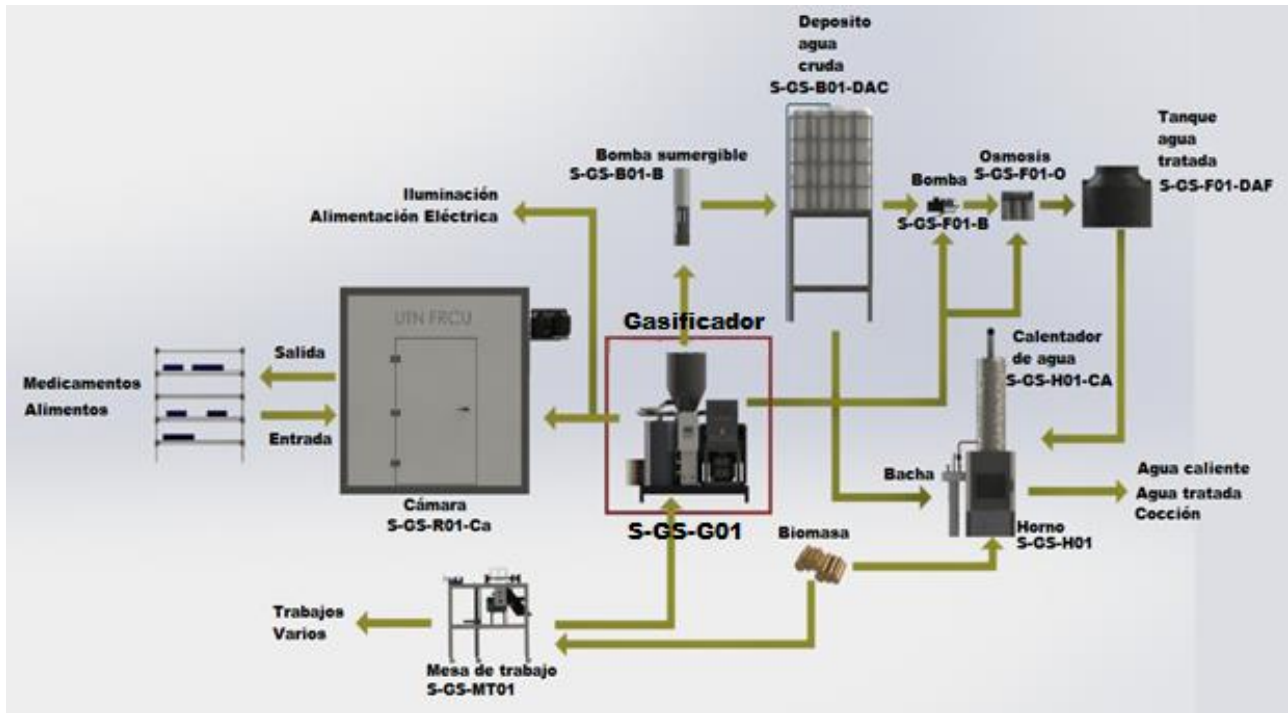


Ilustración 7 Diagrama de flujo

4.1.1. Descripción del proceso

El proceso comienza con la recolección de la biomasa, que será acopiada en lugares al resguardo de las inclemencias del tiempo. Luego de ser trasladada al lugar donde será acondicionada, dándole el tamaño y grado de humedad deseado.

Una vez hecho esto, un operario realizará manualmente la carga al digestor y dará arranque desde el tablero principal al sistema.

El operario debe asegurar el continuo abastecimiento del digestor, el cual dependerá del consumo de energía que se genere.

El digestor provee de energía eléctrica, siendo esta aprovechada para el accionar de los distintos equipos incorporados al sistema generador. El mismo alimenta la cámara de refrigeración, el sistema de bombeo, purificación de agua como así también los consumos externos al sistema generador de servicios por biomasa.

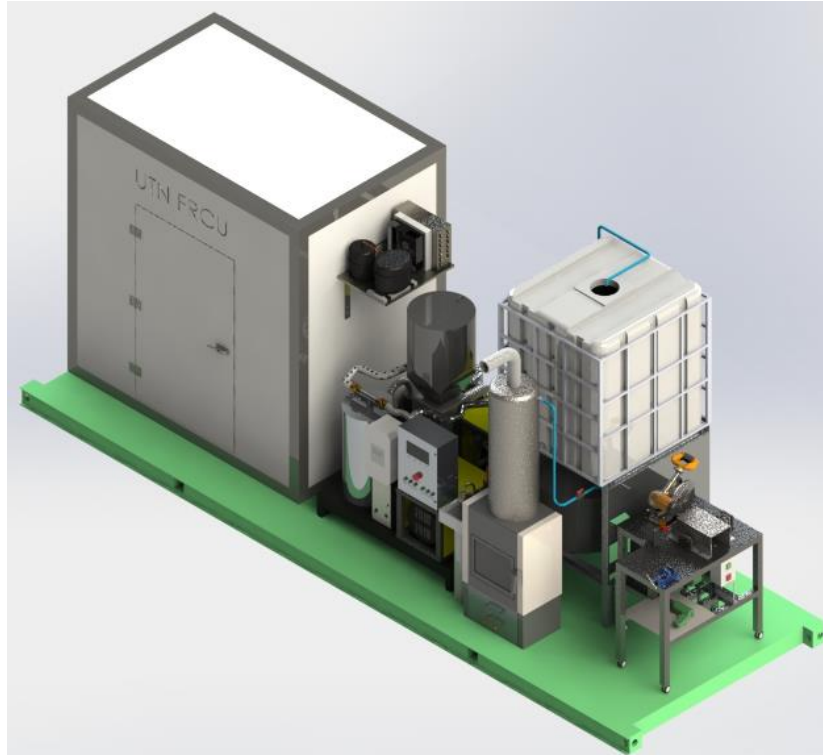


Ilustración 8 S-GS - Sistema completo de generación de servicios

Los servicios que provee dicho sistema son:

- Cámara de refrigeración, que nos permite conservar distintos productos alimenticios, algunos medicamentos y enfriar líquidos.
- El cuadro de bombeo nos proveerá de agua extraída de pozo, filtrada por un sistema de osmosis inversa para la ingesta humana o sin filtrar destinada a otros usos domésticos.
- El digestor obtiene un mejor rendimiento con chips de madera, por eso el equipo cuenta con una mesa de trabajo para el acondicionamiento de la biomasa, por medio de sierras circulares.
- En caso de existir la necesidad de la utilización de algún artefacto eléctrico, se cuenta con puntos de alimentación, que proveen de la energía indispensable para la utilización de algunos equipos en simultáneo.

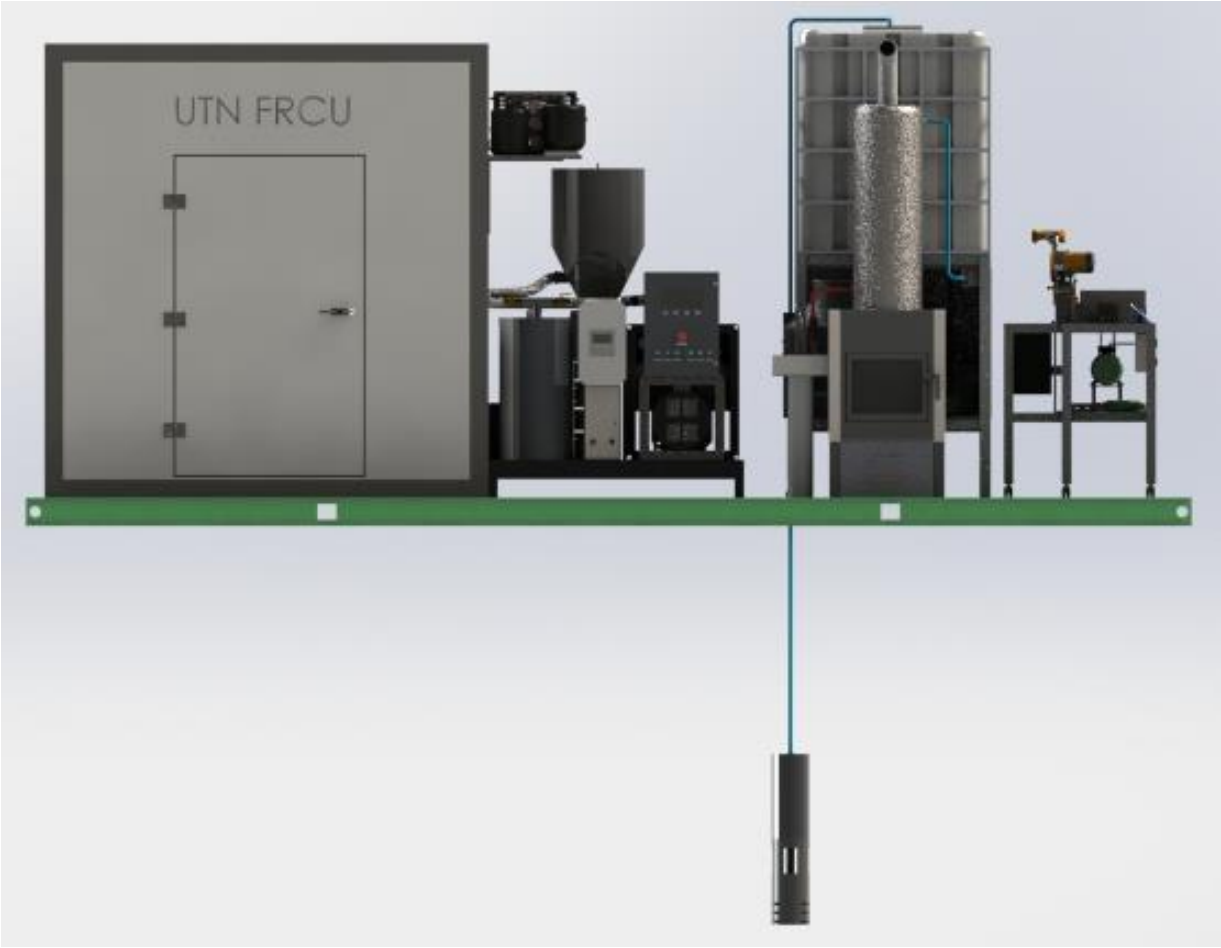


Ilustración 9 S-GS - Vista del sistema de generación con inclusión de bomba sumergible

4.1.2. Lay Out.

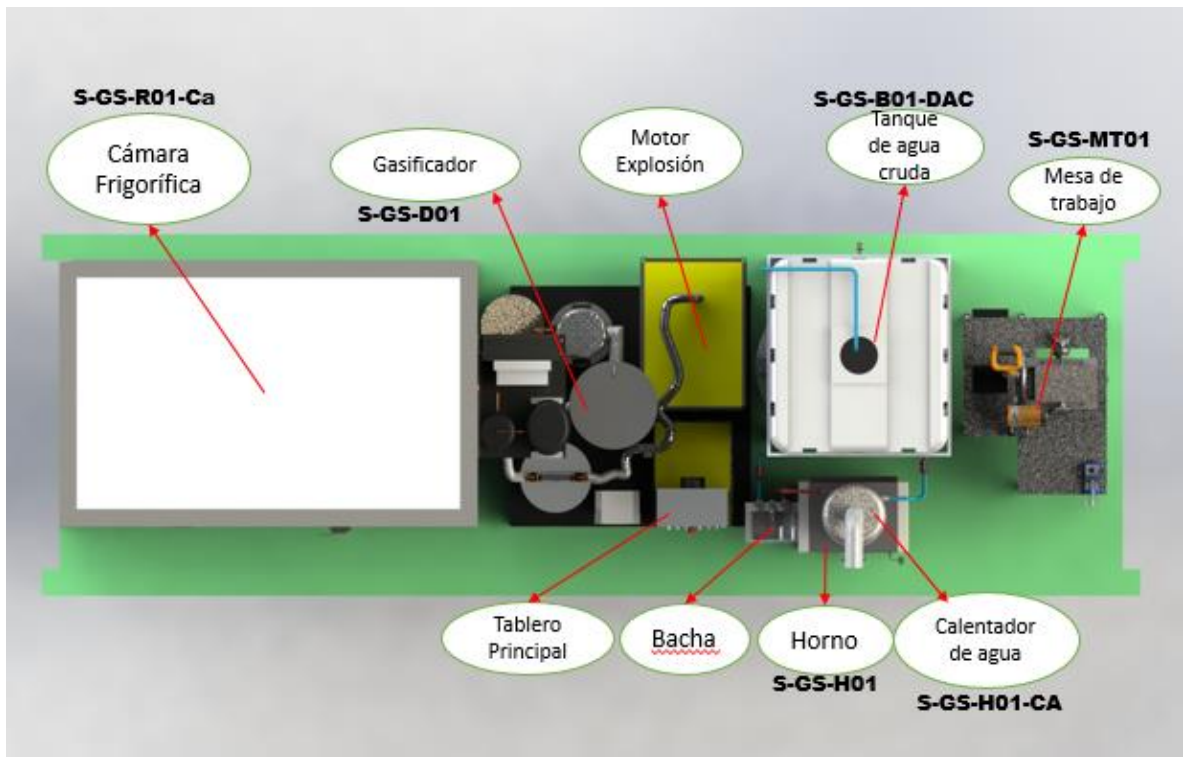


Ilustración 10 Lay Out del sistema

Se presenta un Lay Out del sistema donde se encuentran los equipos dispuestos sobre el contenedor, la enumeración inicia con el digestor que es el elemento principal, y le siguen los equipos que consumirán los distintos tipos de energía producida.

En la ilustración anterior, se encuentran enumerados los distintos equipos que componen el sistema generador:

- 1) Gasificador: producirá el gas de síntesis, teniendo como materia prima biomasa.
- 2) Motor de combustión interna: quemará el gas de síntesis y producirá energía eléctrica por medio del generador acoplado a este motor.
- 3) Tablero general de mando: desde el cual se controla el sistema.
- 4) Cámara de refrigeración: será alimentada por corriente eléctrica, produciendo el frío necesario para la refrigeración de los productos.
- 5) Bomba sumergible: extraerá el agua del pozo.
- 6) Tanque de agua cruda: será el depósito del agua extraída para abastecer el consumo de los usuarios.

- 7) Osmosis: purificará el agua para el consumo.
- 8) Horno y tanque de agua caliente: el horno será alimentado a leña y con los gases de escape de este, se calentará el agua contenida en el tanque dispuesto sobre él.
- 9) Pileta: punto de abastecimiento tanto de agua fría como caliente.
- 10) Mesa de trabajo: para el acondicionamiento de la biomasa u otro uso en particular.

4.1.3. Croquis de zonas operativas.

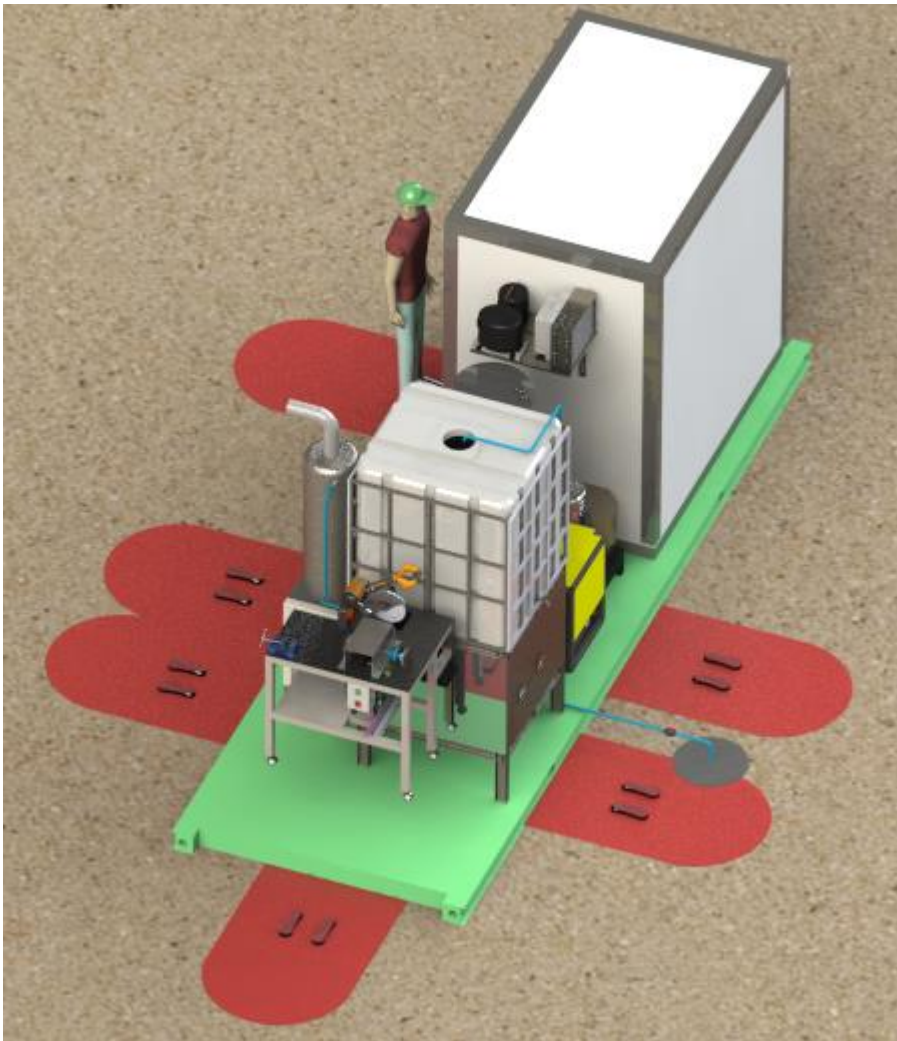


Ilustración 11 Perspectiva de las zonas de operación

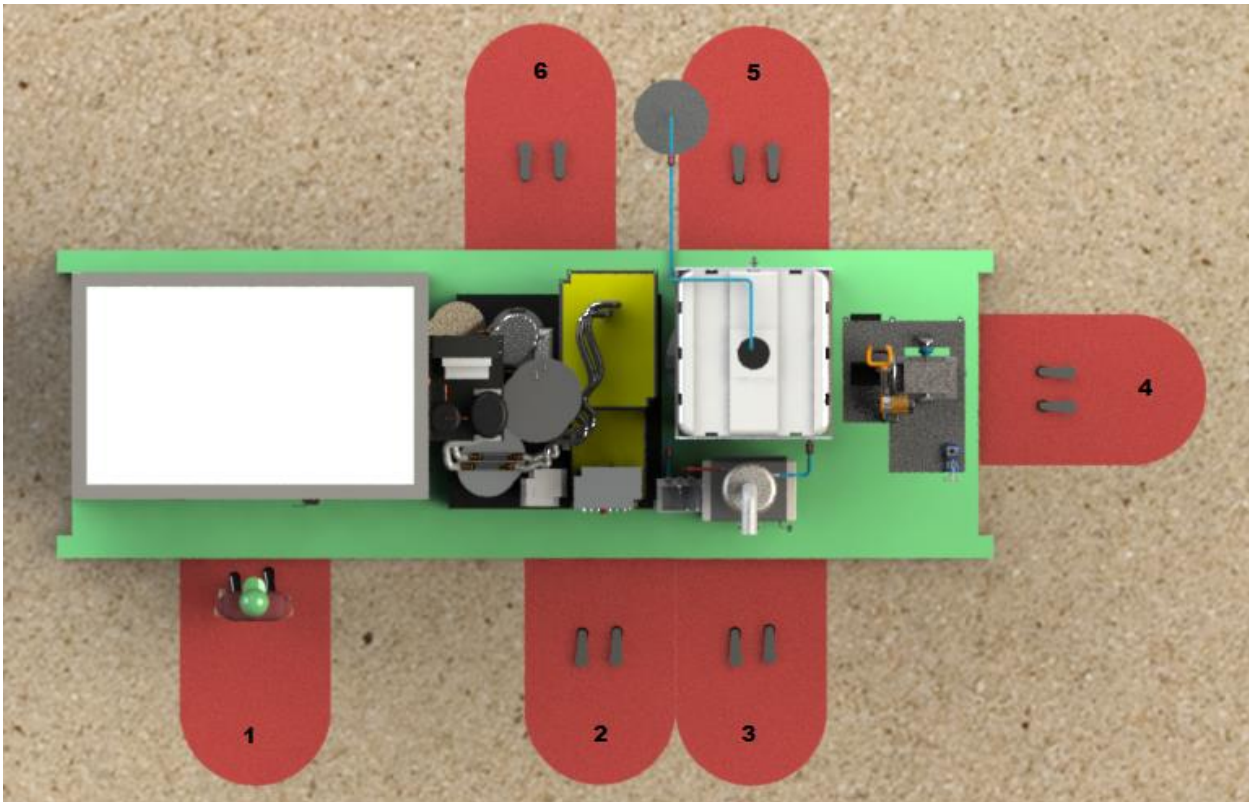


Ilustración 12 Enumeración de las zonas operativas

En la ilustración anterior se presentan las distintas posiciones en las que se puede situar el operario, ya sea para acceso de los equipos o para mantenimiento, como también para hacer uso de algunos de los servicios.

- Zona 1: Frente de la cámara, donde el personal puede desde este lugar, cargar o descargar productos.
- Zona 2: Frente al tablero general, para realizar el control de los equipos.
- Zona 3: Frente al horno y la piletas, ya que se encuentran cercanos, la zona operaria será prácticamente la misma, se tendrá acceso al horno, y a su vez se dará uso del agua fría como de la caliente.
- Zona 4: La mesa de trabajo, puede ser operada en el lugar o movilizada para su uso.

El desplazamiento hará que exista menor suciedad producida por el acondicionamiento de la biomasa (el aserrín).

- Zona 5: Los demás lugares de acceso, son exclusivos para el mantenimiento de los equipos, como el cambio de los filtros de la osmosis o debido a alguna avería del digestor.
- Zona 6: Detrás del digestor se puede ver el punto por el cual es alimentado con biomasa. Esta carga se hace mediante una escalera.

4.2. C01 - Contenedor



Ilustración 13 C01 - Contenedor estándar

Este se incorpora como parte del sistema, ya que posibilita una mayor facilidad en el transporte y permite salvaguardar los equipos de las inclemencias del tiempo, a las cuales estará expuesto.

Se tendrán en cuenta las dimensiones estándares de los fabricantes, debido a que estos nos limitan en la distribución de los equipos.

Para facilitar la operación del sistema, el contenedor será modificado, logrando así beneficios operativos.



Ilustración 14 C02 - Contenedor modificado

4.3. G01 - Digestor-Gasificador



Ilustración 15 G01 - Biogenerador

El digestor es el que produce el gas de síntesis, además realiza distintos procesos para acondicionarlo y utilizarlo posteriormente, en el motor de combustión interna. Este está adosado a un generador eléctrico que produce la Energía neta a utilizar.

Premisas:

- Fue seleccionado para una potencia media de 15 kW.
- Este es un artefacto importado.
- Se debe tener en cuenta el tamaño de la materia prima.
- Obtiene un buen rendimiento de gasificación.
- Genera energía eléctrica a 220 voltios.

4.4. R01 - Cámara de Refrigeración



Ilustración 16 R01 - Cámara frigorífica

Se propone incorporar una pequeña cámara frigorífica, ya que hoy en día es indispensable contar con un equipo de refrigeración para la conservación de algunos alimentos, enfriar bebidas y otras utilidades en cualquier domicilio particular.

Debido a que el sistema fue pensado para que permanezca en la intemperie, la cámara deberá estar protegida por las paredes del contenedor.

Se realizó el cálculo de las paredes como del equipamiento necesario, para la alimentación de las frigorías requeridas por los productos a refrigerar.

Premisas:

- Fue calculado para una temperatura interna de 2°C.
- Se tuvo en cuenta una temperatura exterior media de 38°C.
- Sus medidas externas deben quedar dentro del contenedor.
- Fabricada con paneles de poliuretano con chapa galvanizada pre-pintada blanco.

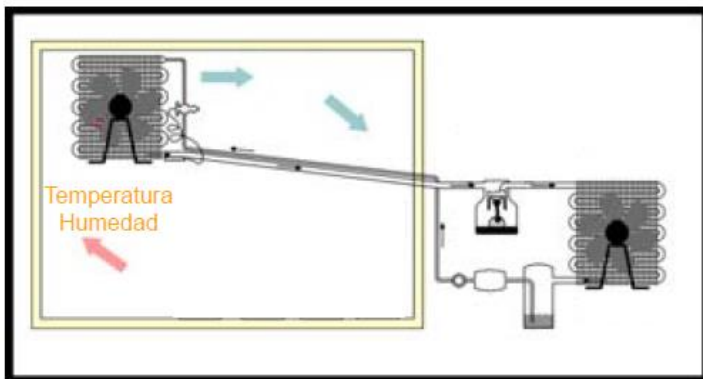


Ilustración 17 Esquema frigorífico sintético

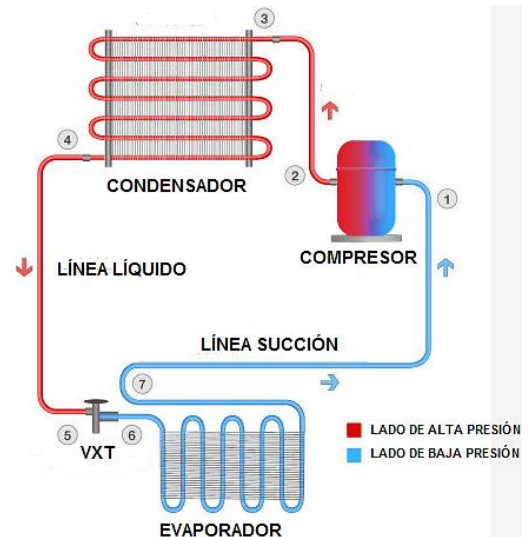


Ilustración 18 Esquema del circuito frigorífico

4.4.1. R01-UC - Unidad condensadora

Esta unidad compacta cuenta con: el compresor, condensador, acumulador de líquidos, filtro y presostatos.

Premisas:

- Capacidad de compresión.
- Potencia específica.
- Presión de servicio.
- Accionamiento.
- Refrigeración por aire.
- Variación de temperatura aproximada de 36°C.



Ilustración 19 R01-UC - Unidad condensadora

4.4.2. R01-E - Evaporador

Premisas:

- Intercambiador de calor por aire.
- Tipo forzado.
- Potencia de instalación.



Ilustración 20 R01-E - Evaporador

4.4.3. R01-GR - Gas refrigerante

Premisas:

- Tipo de refrigerante 410a.
- Que no dañe la capa de ozono.
- Buen desempeño frigorífico, con mayor presión de trabajo.
- Económico, de bajo costo.
- Accesibilidad en el mercado.



Ilustración 21 R01-GR - Gas refrigerante

4.4.4. R01-TC - Tubo capilar

Premisas:

- Capacidad frigorífica.
- Temperatura de evaporación.

4.4.5. R01-I - Iluminación de cámara

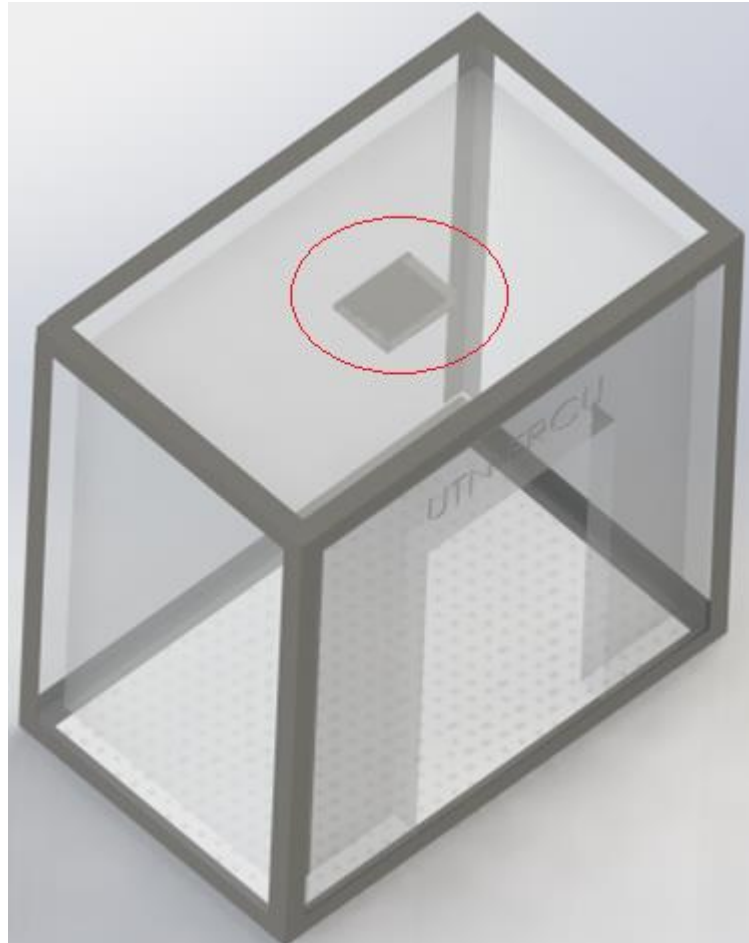


Ilustración 22 R01-I - Iluminación interior de la cámara

Premisas:

- Lámpara tipo LED.
- Buen rendimiento eléctrico.
- Buena reproducción de colores.
- Bajo consumo eléctrico.
- Menor mantenimiento.
- Mayor vida útil.



Ilustración 23 Iluminación LED

Tabla 1 Cuadro de Referencia

Número	Referencia	Descripción
1	R01-UC	Unidad Condensadora
2	R01-E	Evaporador
3	R01-VE	Válvula de Expansión
4	R01-GR	Gas Refrigerante
5	R01-TC	Tubo Capilar
6	R01-I	Iluminación

4.5. H01 - Horno



Ilustración 24 H01 - Horno

En un principio se intentó aprovechar los gases de escape del motor del generador por medio un horno, para optimizar el rendimiento de este. Al realizarse los cálculos necesarios, no se obtuvieron los resultados esperados, tomándose la decisión de incorporar un horno independiente a leña, para no dejar sin este servicio al sistema. Este horno permite la cocción de alimentos, calentamiento de agua, etc.

En la parte superior del horno se implementa un tanque de agua, para el aprovechamiento de la temperatura de los gases de escape.

Premisas:

- Material de construcción de acero.
- Temperatura interna aproximada de 200 °C.
- Capacidad de cocción aproximada de 7 Kg de carne.
- El combustible a utilizar será leña de distintas dimensiones.

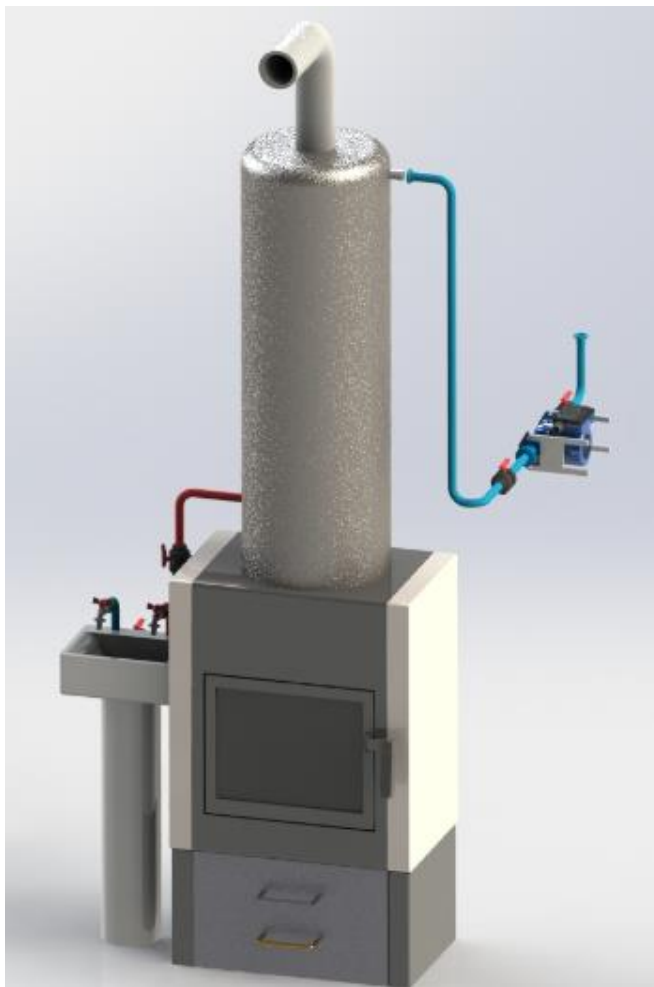


Ilustración 25 Horno y depósito de agua caliente

4.6. B01 - Sistema de bombeo

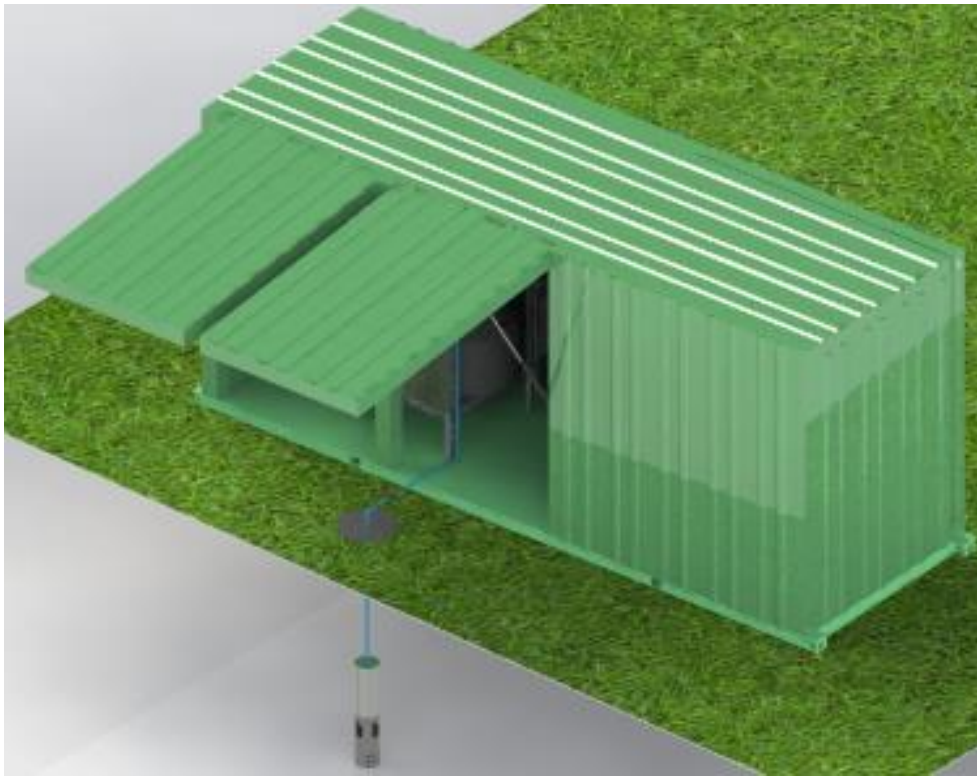


Ilustración 26 B01 - Representación del sistema de bombeo

La obtención de agua es uno de los temas primordiales, por esto se implementa un sistema de bombeo de agua por medio de una bomba sumergible. Requiriendo previamente la realización de un pozo que provea el agua desde la capa freática.

También se debe tener en cuenta que es necesario, un sistema de bombeo de agua para el equipo de purificación y el de climatización de agua. Por este motivo fueron seleccionadas tres (3) tipos de bombas: una de flujo continuo para la osmosis, otra sumergible para la extracción y una bomba de presurizado.

Premisas:

- Tipo de bomba sumergible, de flujo continuo y de presurizado.
- De fabricación nacional.
- Caudales de agua.
- Potencia requerida.
- Consumos eléctricos.



Ilustración 27 B01-B - Bomba sumergible

4.6.1. Circuitos de mando

Los circuitos de bombeo cuentan con un comando automático. Los sistemas de mando y potencia fueron representados mediante un software de simulación. Luego se calcula el conductor de alimentación y se seleccionaron los elementos intervinientes en el circuito.

4.6.2. DAC - Depósito de agua sin filtrar



Ilustración 28 B01-DAC - Depósito de agua

La posibilidad de contar con un depósito, luego de la aspiración del pozo, permite tener agua cruda disponible para cualquier tipo de uso, como por ejemplo para el aseo personal.

Este tendrá incorporado un mando automático de arranque y parada de la bomba de aspiración.

Premisas:

- Capacidad de 1000 litros, mayor a los depósitos restantes.
- Tipo de depósito domiciliario.
- Material de construcción de alta densidad.
- De construcción nacional marca Rotoplas.
- Depósito bajo norma ASTM D1998.

4.7. F01 - Purificación de agua

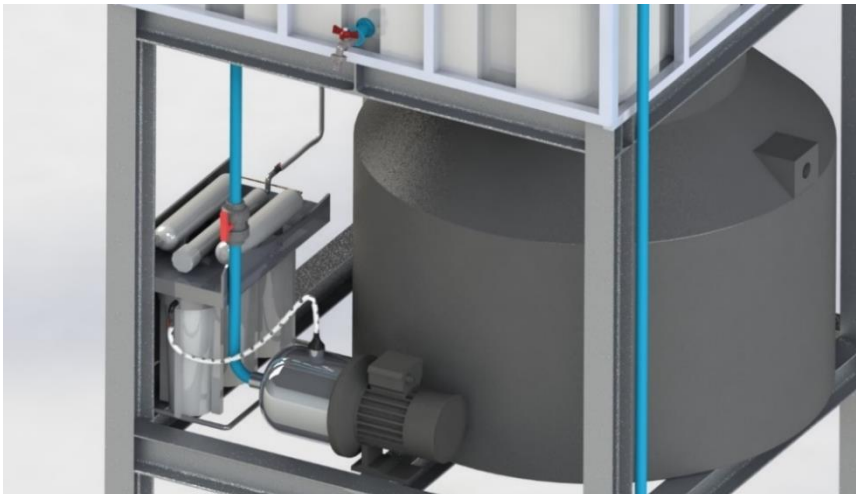


Ilustración 29 F01 - Disposición del sistema de filtrado

Fue incorporado al equipo una osmosis inversa para la purificación del agua, teniendo en cuenta que generalmente esta cuenta con impurezas, principalmente en las zonas para las cuales fue pensado este proyecto. Esto dará como resultado una buena calidad de agua para el consumo.

Estos equipos están constituidos por un conjunto de filtros de diferentes tipos, destinados a ofrecer al usuario una calidad de agua netamente superior al agua potable suministrada en un domicilio por la red, en relación a las propiedades químicas y organolépticas. Este equipo de osmosis inversa es un sistema completo de purificación de agua por lo que proveerá de agua pura y apta para el consumo a los usuarios.

Premisas:

- Tipo osmosis inversa.
- Se debe tener en cuenta el caudal diario.
- Muy buen nivel de filtrado.
- Buena duración de los filtros y bajo mantenimiento.



Ilustración 30 F01-O - Osmosis

4.7.1. DAF - Depósito de agua de osmosis



Ilustración 31 F01-DAF - Depósito de agua filtrada

La inclusión de un depósito para el agua de osmosis, permite disponer de esta, en el momento que se requiera sin tener que esperar a que sea filtrada.

La reserva de agua de consumo debe ser suficiente para abastecer al número de personas que vivan en el lugar.

Premisas:

- Capacidad de 500 litros de agua.
- Tipo de depósito para viviendas e industrias.
- Material de construcción de alta densidad.
- De producción nacional marca Rotoplas.
- Depósito bajo norma ASTM D1998

4.8. CA - Climatización de agua

4.8.1. DAC - Depósito de agua caliente propuesto



Ilustración 32 CA-DAC - Depósito de agua

Para un mejor aprovechamiento del calor aportado por el horno, se incorporó un depósito de agua en la salida de los gases de escape. Estos pasarán por un conducto que estará en el interior del depósito, logrando que se transfiera dicho calor al agua.

El agua caliente obtenida será de utilidad para ducharse y algún otro motivo en particular, en el cual no sea necesario filtrarla previamente.

Premisas:

- Capacidad para aproximadamente 20 personas.
- La alimentación de agua será por medio de una bomba de presurizado.
- Temperaturas de ingreso del agua 20°C y el egreso dependerá del tiempo de estacionamiento del agua.
- Depósito construido en acero.
- Provisto de aislación externa para mantener la temperatura del agua.

4.8.2. Aislación

Para un mejor rendimiento de los equipos, las partes que posean o transporten fluidos con temperaturas distintas a la ambiente, deben ser aisladas.

Tanto los tubos, como los depósitos correspondientes fueron aislados con material de tipo Armaflex. Este componente es de fácil colocación y apto para altas, como bajas temperaturas.

4.8.3. Cañerías

Los conductos necesarios tanto para agua fría como caliente, serán de material plástico con uniones fusionadas, ya que estos se adaptan perfectamente a los requerimientos del sistema.

Los tubos de conexión para los gases de escape que egresan del horno serán de acero. De ser necesario serán aislados térmicamente para mayor aprovechamiento del calor obtenido.

4.9. MT01 - Mesa de trabajo



Ilustración 33 MT01 - Mesa de trabajo equipada

Para el acondicionamiento de la biomasa requerida por el digester se incorpora una mesa de trabajo, en la cual se dispondrá de dos (2) cierras circulares de las cuales una es de banco y la otra manual. Las dimensiones de estos elementos estarán limitadas por la potencia de alimentación disponible.

Para evitar la suciedad del sistema, se contempla la posibilidad de trasladar la mesa de trabajo para evitar la acumulación de viruta en algunas zonas del sistema.

Premisas:

- Se construirá de perfiles estructurales y chapa.
- Será equipada con ruedas para su traslado.
- Tendrá una altura de 0,85 m.

4.9.1. SB- Cierra circular de banco

Premisas:

- Velocidad de giro.
- Potencia consumida.
- Doble disco de corte.

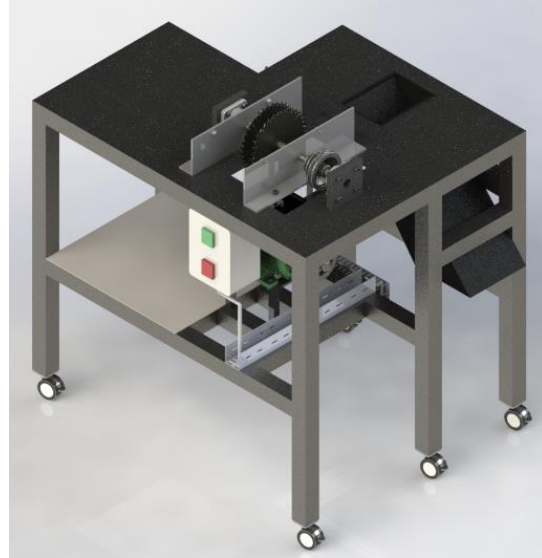


Ilustración 34 MT01-M - Cierra circular diseñada

4.9.2. SM - Cierra circular manual

Premisas:

- Fácil manipulación.
- Potencia consumida.
- Dimensiones.



Ilustración 36 Reubicación de la mesa de trabajo



Ilustración 35 MT01-SM - Sierra circular manual

4.10. E01 - Tablero de alimentación eléctrica



Ilustración 37 E01 - Tablero de mando general

La implementación de un tablero que provea de energía eléctrica a los distintos puntos de consumo del sistema, permitirá un control centralizado. El mismo contendrá los elementos de seguridad correspondientes para el sistema. Se debe tener en cuenta que cada equipo de alimentación eléctrica, tendrá su propio circuito de mando. Los conductores y los elementos de maniobra intervinientes en cada caso fueron dimensionados, teniendo en cuenta su consumo y caída de tensión. Los conductores se dispondrán sobre bandejas perforadas.

Premisas:

- Potencia de la instalación.
- Protecciones eléctricas requeridas.
- En los cálculos se tendrá en cuenta la simultaneidad de los equipos.
- Será la central de mando del sistema.

Como se puede ver en esta ilustración, el tablero posee una parada de emergencia general y pulsadores para el control de cada uno de los equipos. Con esto se quiere lograr un mando centralizado de toda la instalación.

4.11. E01-I - Iluminación exterior

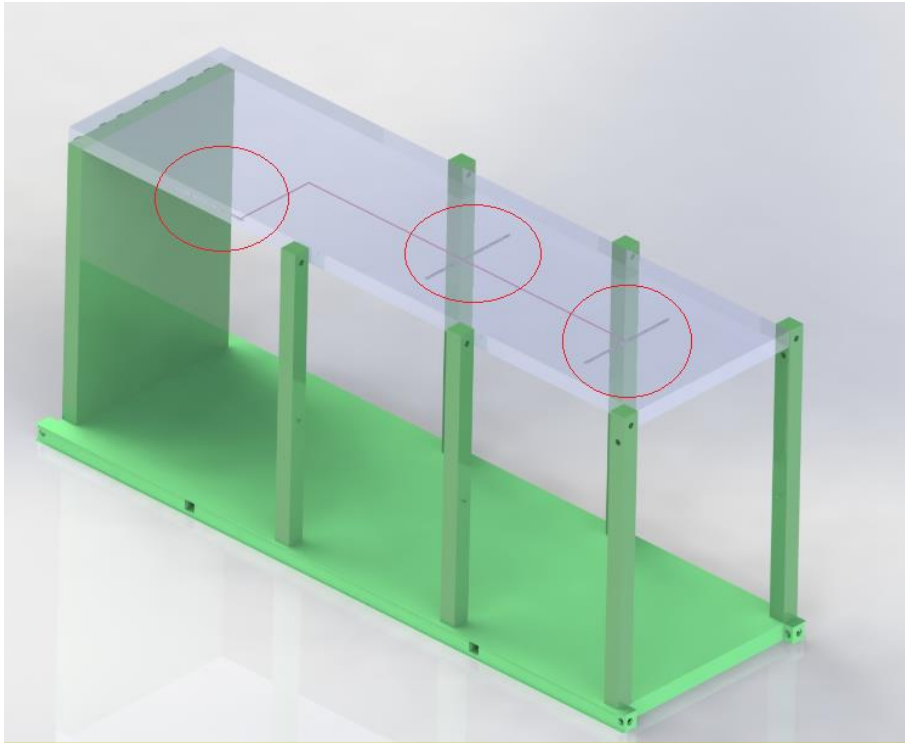


Ilustración 38 E01-I - Vista de la disposición de las luminarias

En el techo del contenedor se colocarán algunas luminarias, que permitirán operar el sistema en horarios nocturnos.

Para esto se incorporarán dos luminarias sobre los equipos y una adicional en frente de la cámara, para facilitar el acceso a la misma.

Premisas:

- Lámpara tipo LED.
- Buen rendimiento eléctrico.
- Buena reproducción de colores.
- Bajo consumo eléctrico.
- Bajo nivel de mantenimiento



Ilustración 39 Lámparas LED

4.12. Codificación

4.12.1. Materiales

El código de identificación de los distintos elementos del proyecto, se compone de 3 partes:



1. Código alfabético que indica el elemento del que se trata.
2. Código alfabético opcional indicando el lugar de colocación o instalación del elemento.
3. N° del elemento.

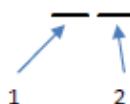
Ejemplo:

Código: DAF-F0 → Depósito de agua fría filtrada.

Código	Elemento
B01	Bomba
MT	Mesa de trabajo
E01	Circuito eléctrico
CA	Circuito de agua
DAF	Depósitos de agua fría
DAC	Depósito de agua caliente
D	Digestor
H01	Horno
R01	Refrigeración

4.12.2. Planos

El código de identificación de los planos del proyecto se compone de 2 partes:



1. Código alfabético que expresa de qué tipo de planos se trata.
2. N° de planos.

Ejemplo:

Código: H01 → Plano hidráulico N° 1

Código	Descripción
H	Planos hidráulicos
E	Planos eléctricos
PG	Plano general

4.12.3. Anexos

Código	Descripción
A	Anexos generales
ET	Especificaciones técnicas

Índice

Índice Ilustraciones	1
2.1. Introducción	2
2.1.1 Localización de superficies destinadas.....	2
2.1.2 Cobertura de la red de distribución eléctrica.....	3
2.1.3 Capacidad instalada para generación de electricidad en Argentina (2008-2009).....	6
2.1.4 Situación problemática.....	6
2.1.5 Propuesta	8
2.1.6 Características de la biomasa:.....	8
2.1.7 Situación actual en Argentina	9
Potencial estimado de fuentes alternativas para la generación de electricidad	9
2.1.8 Beneficios de la gasificación de la biomasa	9
2.1. Antecedentes de la gasificación	11
3.1. Objetivo general.....	2
3.2. Objetivos específicos.....	2
3.3. Alcances.....	2
Limitaciones:	2
3.4. Plan de trabajo	3
4. Ingeniería Básica.....	2
4.1. Diagrama de flujo de procesos	2
4.1.1. Descripción del proceso	2
4.1.2. Lay Out.....	5
4.1.3. Croquis de zonas operativas.....	6
4.2. C01 - Contenedor	8
4.3. G01 - Digestor-Gasificador.....	9
4.4. R01 - Cámara de Refrigeración	10
4.4.1. R01-UC - Unidad condensadora	11
4.4.2. R01-E - Evaporador.....	11
4.4.3. R01-GR - Gas refrigerante	12
4.4.4. R01-TC - Tubo capilar	12
4.4.5. R01-I - Iluminación de cámara.....	13

4.5.	H01 - Horno.....	14
4.6.	B01 - Sistema de bombeo	16
4.6.1.	Circuitos de mando.....	17
4.6.2.	DAC - Depósito de agua sin filtrar	17
4.7.	F01 - Purificación de agua.....	18
4.7.1.	DAF - Depósito de agua de osmosis	19
4.8.	CA - Climatización de agua.....	20
4.8.1.	DAC - Depósito de agua caliente propuesto	20
4.8.2.	Aislación.....	20
4.8.3.	Cañerías	20
4.9.	MT01 - Mesa de trabajo	21
4.9.1.	SB- Cierra circular de banco	22
4.9.2.	SM - Cierra circular manual	22
4.10.	E01 - Tablero de alimentación eléctrica	23
4.11.	E01-I - Iluminación exterior	24
4.12.	Codificación.....	25
4.12.1.	Materiales	25
4.12.2.	Planos	25
4.12.3.	Anexos	25
	Índice.....	26
	Tabla de Ilustraciones.....	28

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Diagrama de flujo	2
Ilustración 2 S-GS - Sistema completo de generación de servicios.....	3
Ilustración 3 S-GS - Vista del sistema de generación con inclusión de bomba sumergible	4
Ilustración 4 Lay Out del sistema	5
Ilustración 5 Perspectiva de las zonas de operación.....	6
Ilustración 6 Enumeración de las zonas operativas	7
Ilustración 7 C01 - Contenedor estándar	8
Ilustración 8 C02 - Contenedor modificado	8
Ilustración 9 G01 - Biogenerador	9
Ilustración 10 R01 - Cámara frigorífica.....	10
Ilustración 11 Esquema frigorífico sintético.....	11
Ilustración 12 Esquema del circuito frigorífico.....	11
Ilustración 13 R01-UC - Unidad condensadora	11
Ilustración 14 R01-E - Evaporador.....	11
Ilustración 15 R01-GR - Gas refrigerante	12
Ilustración 16 R01-I - Iluminación interior de la cámara	13
Ilustración 17 Iluminación LED.....	13
Ilustración 18 H01 - Horno	14
Ilustración 19 Horno y depósito de agua caliente.....	15
Ilustración 20 B01 - Representación del sistema de bombeo.....	16
Ilustración 21 B01-B - Bomba sumergible.....	16
Ilustración 24 B01-DAC - Depósito de agua cruda	17
Ilustración 22 F01 - Disposición del sistema de filtrado.....	18
Ilustración 23 F01-O - Osmosis.....	18
Ilustración 25 F01-DAF - Depósito de agua filtrada	19
Ilustración 26 CA-DAC - Depósito de agua caliente	20
Ilustración 27 MT01 - Mesa de trabajo equipada	21
Ilustración 28 MT01-M - Cierra circular diseñada.....	22
Ilustración 29 MT01-SM - Sierra circular manual.....	22
Ilustración 30 Reubicación de la mesa de trabajo	22
Ilustración 31 E01 - Tablero de mando general	23
Ilustración 32 E01-I - Vista de la disposición de las luminarias	24
Ilustración 33 Lámparas LED	24

2018

Aprovechamiento Energético de Biomasa en Zonas Aisladas

INGENIERIA DE DETALLE

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción Del Uruguay

AUTORES: BONNIN, LUCAS; MONZÓN, EMANUEL.

CONTENIDO

5. INGENIERÍA MECÁNICA DE DETALLE	3
6. INGENIERÍA ELÉCTRICA DE DETALLE.....	36
7. INGENIERÍA HIDRÁULICA DE DETALLE.....	40
PLANIMETRÍA	48
ÍNDICE.....	48
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	50

5. INGENIERÍA MECÁNICA DE DETALLE

5.1. Estado del arte

5.1.1. Conversión de la biomasa

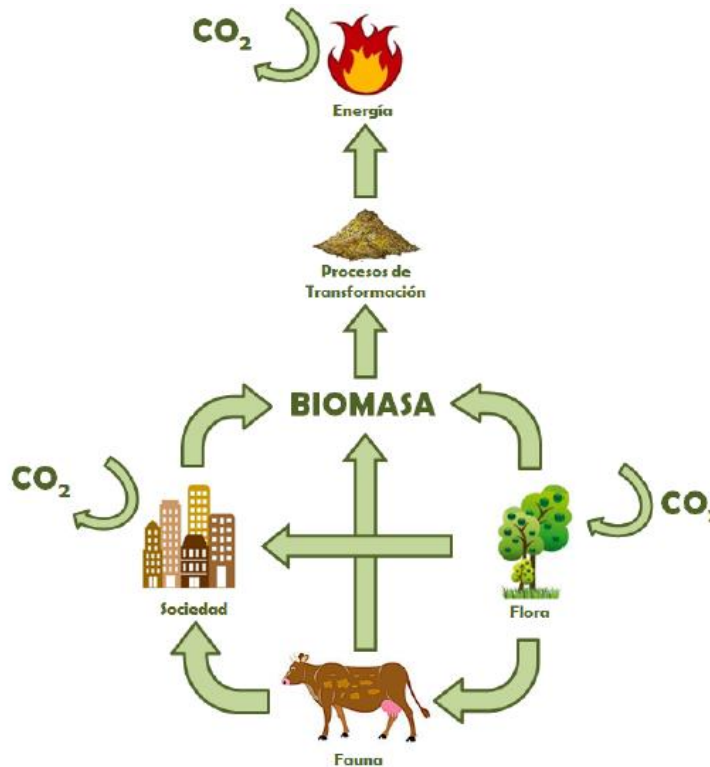
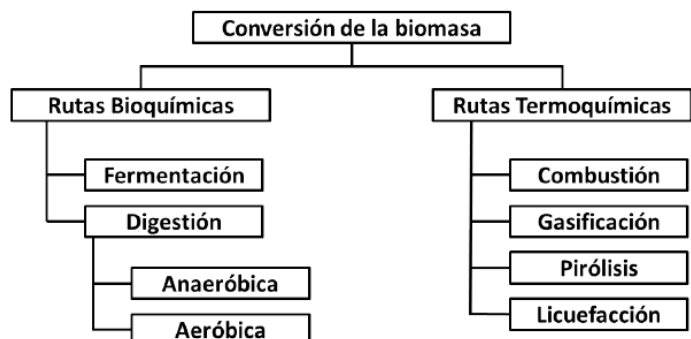


Ilustración 1 Ciclo de la biomasa

La energía térmica potencial que está contenida en la biomasa proviene principalmente de su carácter orgánico y de los enlaces químicos que la componen.

Las rutas de transformación de la biomasa se pueden dividir en dos grandes grupos: bioquímicas y termoquímicas.

5.1.2. Rutas de transformación de la biomasa



Enfocándonos directamente en el proceso de interés para este proyecto el cual es el de GASIFICACIÓN.

Hay que realizar una serie de pre-transformaciones a la biomasa para acondicionarla y prepararla para el posterior tratamiento. Estos no producen cambios en la composición química del material, encontrándose dentro de estos: el secado, la molienda, el astillado, tamizado o pelle-tizado. En el proceso seleccionado se le aplicará a la biomasa procesos de secado y astillado.

Secado: Se aplicará cuando la biomasa tiene un índice de humedad elevado (>20%) y es necesario reducirlo para aplicarle un tratamiento termoquímico. Puede realizarse de forma natural o forzada. En este caso se realizará un secado forzado aprovechando la energía térmica de los gases de escape obtenida en el módulo.

Astillado: Esta operación se realiza a residuos agrícolas, forestales o a cultivos energéticos. Consiste en convertir la madera en astillas, generando que su transporte y manejabilidad sea más sencillo y económico. Generalmente se lleva a cabo de forma mecánica, en este proyecto se incorpora una mesa de trabajo, con las herramientas necesarias para realizar el acondicionamiento.

Combustión: Esta es la forma más antigua y más común, hasta hoy, para extraer la energía de la biomasa.

5.1.3. Tipos de Gasificadores

Las tecnologías para la combustión de la biomasa se pueden enumerar de la siguiente manera:

- Gasificador de corriente ascendente o tiro directo
- Gasificadores de corriente descendente o tiro invertido
- Gasificador de tiro transversal
- Gasificador de lecho fluidizado

El tipo de gasificador a utilizar será de tiro directo.

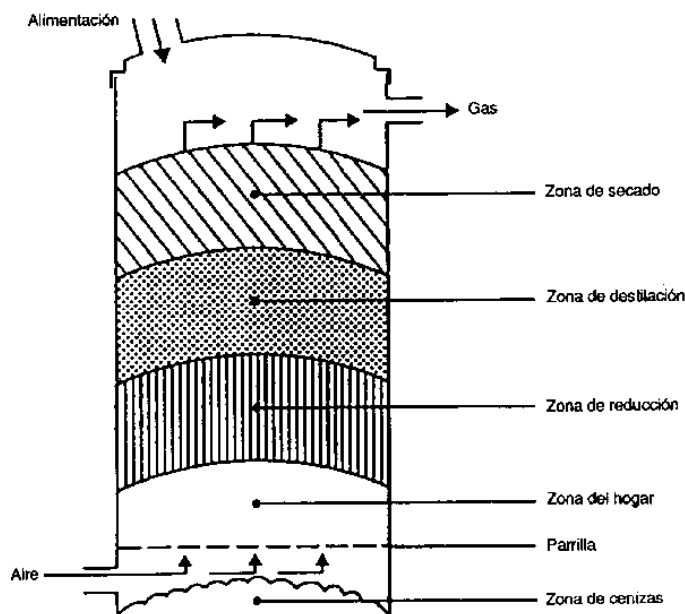


Ilustración 2 Gasificador tiro directo

5.1.4. Ventajas y desventajas

Las principales ventajas de este tipo de gasificador consisten en su simplicidad, alta proporción de carbón vegetal quemado e intercambio interno de calor que motiva unas bajas temperaturas de salida del gas y alta eficiencia del equipo, además de la posibilidad de funcionar con muchos tipos de carga (serrín, cascara de cereales, etc.). Los principales inconvenientes provienen de la eventualidad de que, se produzcan "chimeneas" en el equipo, lo que puede motivar la salida de oxígeno y situaciones explosivas peligrosas. Teniendo la necesidad de instalar parrillas de movimiento automático y también problemas relacionados con la eliminación de líquidos condensados que contienen alquitranes, resultantes de las operaciones de depuración del gas. Esto último tiene poca importancia si el gas se emplea para aplicaciones directas del calor, en cuyo caso los alquitranes simplemente se queman.

5.1.5. Tratamiento del gas

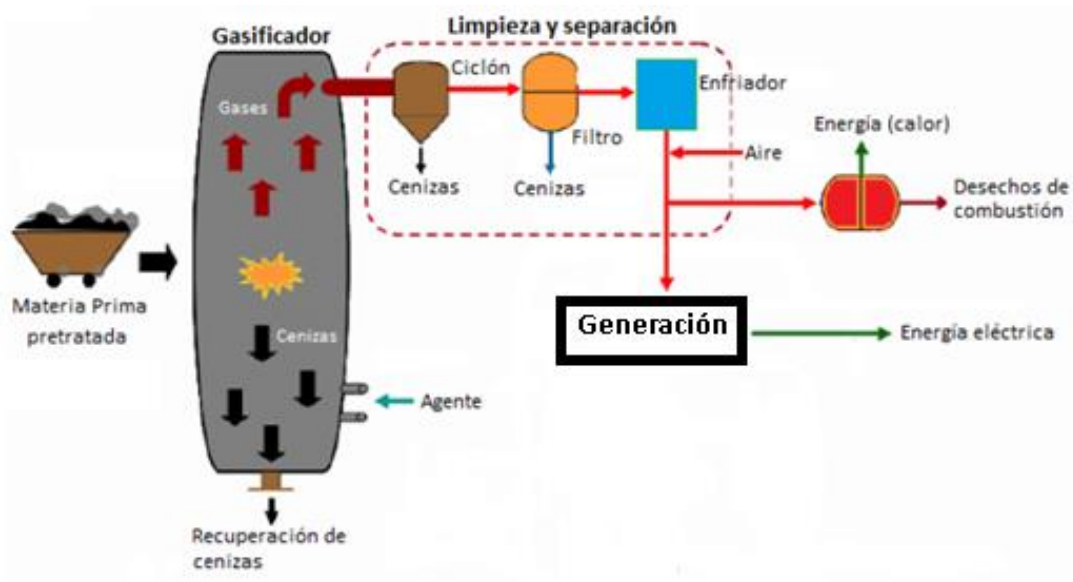


Ilustración 3 Ciclo de conversión de energía

El problema principal de la producción de un gas de calidad para motores, es la eliminación del polvo.

En la Ilustración anterior se observa un esquema del proceso de limpieza del gas producido, excluyendo solamente las etapas de pre-tratamiento.

Después de la gasificación, vienen las etapas de pos tratamiento, que sirven para limpiar el gas producto y poder ingresarlo a los equipos de generación. Estas etapas son estandarizadas e incluyen:

- Enfriadores, que bajan la temperatura de los gases desde los 700°C a cerca de 50°C.
- Un filtro de manga, que deposita material particulado fino que no se puede depositar en el ciclón.
- Un ciclón, que deposita el material particulado, posibles cenizas o material sin reaccionar que haya salido por el flujo gaseoso del gasificador.

Todo este proceso es solo a modo explicativo del funcionamiento del generador, ya que en el presente proyecto solo se seleccionará un equipo adecuado según las necesidades del sistema. El cual viene equipado con todos los elementos necesarios para trabajar de manera automática y poder ser operado por una sola persona.

5.2. S-GS - Diseño del generador de servicios

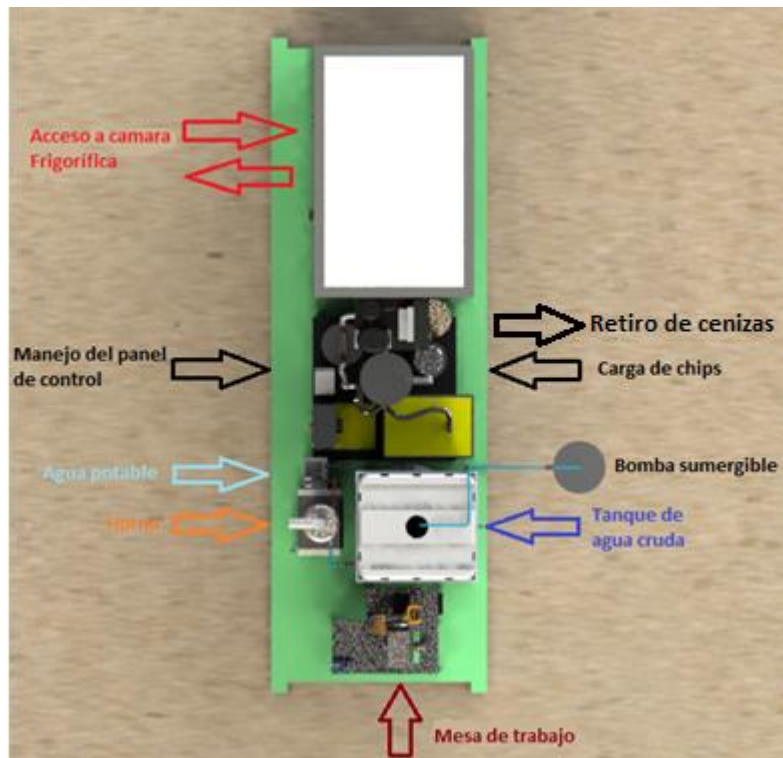


Ilustración 4 Diagrama de flujos general

El objetivo de este proyecto es la generación de los servicios básicos de un grupo familiar como lo son la energía eléctrica, refrigeración y agua potable. Para esto fueron seleccionados los equipos, se realizaron los cálculos necesarios y adaptaron los elementos adecuados.



Ilustración 5 Disposición en medio de transporte

5.3. S-GS - Sistema generador de servicios

En la imagen antecesora se representan con flechas las intervenciones que puede hacer la persona en el sistema. Las de color rojo representan la entrada y salida de los distintos alimentos, medicamentos y otros a la cámara. Señalándose la puerta de cámara frigorífica.

Se muestran 3 flechas negras, la independiente indica la zona desde donde la persona capacitada puede operar el sistema generador de servicios, es donde se ubica tablero de control.

Las otras dos flechas, marcadas opuestas a la mencionada anteriormente, señalan el lugar de alimentación de los chips para que funcione el generador, a su vez, se indica la zona de descarga de las cenizas, producto de la combustión del Biogenerador.

Como bien se indica en la imagen, el sistema cuenta con un circuito de bombeo, el cual comienza con la bomba sumergible, encargada de alimentar todo el sistema hidráulico. Esta produce el llenado del tanque de agua cruda, en plano señalado por la flecha de color azul.

Se puede obtener agua potable, indicado por la flecha de color celeste. Para llegar a esta, el agua cruda del tanque pasa por una osmosis, que hace el filtrado y logra un rechazo de los contaminantes que puedan existir en el agua de pozo.

La flecha de color naranja, muestra el horno, este brinda dos servicios, el de cocción y el de calefacción del agua.

Por último la de color bordo, señala la mesa de trabajo. Como se comentó anteriormente, en ella se produce el acondicionamiento de la materia prima, es decir la transformación del tronco en chips de madera, para alimentar y darle vida a todo el sistema.

5.4. S-GS-C01 - Contenedor

20 PIES STANDARD (DRY CARGO) 20' X 8' X 6'
Tara: 2210 - 2400 kg / Carga Máxima 21700 - 28240 kg / Capacidad Cubica 33,3m³

MEDIDAS	EXTERNA		INTERNA		PUERTA ABIERTA	
	Metros	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies
LARGO	6.05	20'	5.90	19'4"		
ANCHO	2.43	8'	2.34	7'8"	2.33	7'8"
ALTO	2.59	8'6"	2.40	7'10"	2.29	7'6"

Ilustración 7 Tabla de dimensiones



Ilustración 6 Contenedor seleccionado

El contenedor donde se distribuirán los equipos, fue seleccionado según lo observado en las distintas páginas de los fabricantes. Eligiéndose un contenedor de medidas estándares, de la empresa Nacional CONTEPLUS.

La utilización de un contenedor, de dimensiones limitadas nos favorece al posterior traslado del equipo, hacia la zona para la cual fue diseñado. Evitando causar inconvenientes con algunas dimensiones especiales, en relación a las normas de tránsito.

El container nos permite montar directamente todos los equipos en él, pero también existe la posibilidad de ajustarse a las medidas del mismo y solo utilizarse para el traslado. Solo que en ese caso se debe disponer de una plataforma, para la disposición de los diversos equipos.

Es importante destacar que si se renta el contenedor solo para el traslado, el costo destinado es menor. Igualmente esto provocaría la pérdida de los beneficios que se obtienen, al montar los equipos directamente en el container. Por detallar algunos, el resguardo para las inclemencias climáticas, puertas de acceso a las áreas de trabajo, iluminación interna, etc.

Como se detalla anteriormente, para llevar adelante el siguiente proyecto se opta por comprar el contenedor, a la empresa antes mencionada. Este tendrá las siguientes dimensiones.

5.4.1. S-GS-C02 - Modificación del contenedor base

Ver plano: 02-F-mod

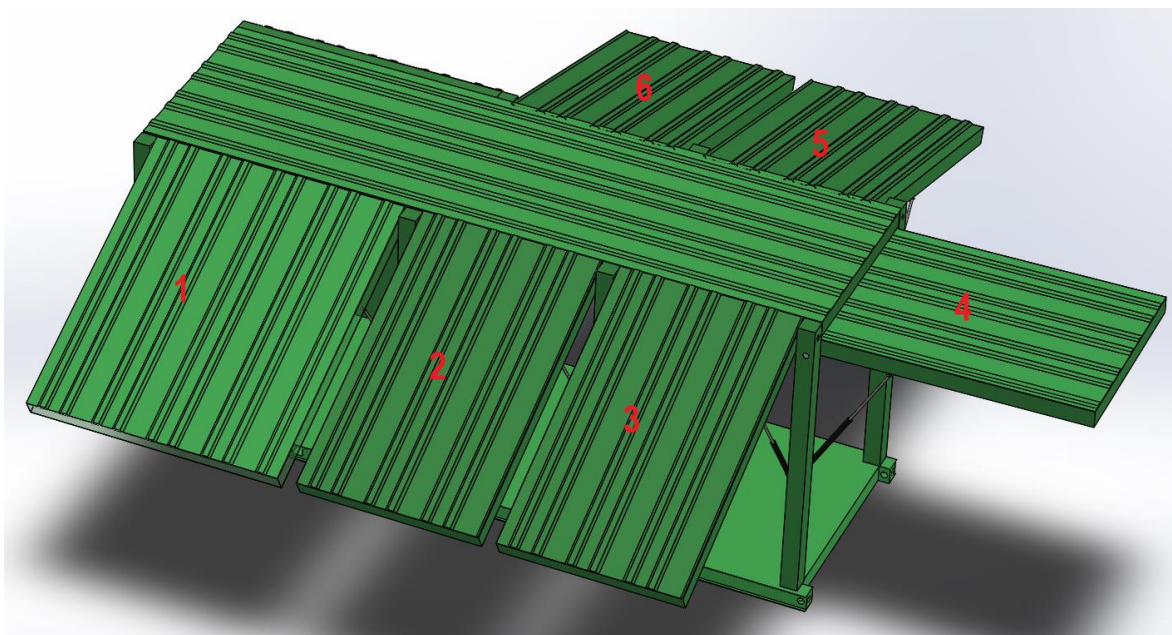


Ilustración 8 Enumeración de puertas

Como se puede ver, se presenta una ilustración donde se enumeran las puertas, para luego simular y establecer el amortiguador que corresponde para cada una de ellas.

Para poder utilizar el contenedor, se le deben realizar algunas modificaciones, mayoritariamente sobre sus paredes.

Esto dará como resultado puertas levadizas, que facilitarán el acceso a los equipos. También cuando se encuentren elevadas, funcionarán como techo para la protección de los operarios y equipos, a las inclemencias del tiempo.

Además se incorporan dos amortiguadores a gas por cada puerta, lo que facilita el esfuerzo en la apertura y cierre de estas, permitiendo también sostenerlas cuando se encuentren abiertas, brindando suavidad en los movimientos.

5.4.2. S-GS-C02-A - Selección de amortiguadores



Ilustración 9 Amortiguador de gas a seleccionar

Mediante una aplicación online brindada por el fabricante, se seleccionan los amortiguadores a gas correspondientes para cada puerta. Las características a tener en cuenta serán:

- Dimensiones de las puertas y material de construcción.
- Cantidad de amortiguadores
- Angulo de apertura
- Posición de las bisagras
- Peso de las puertas

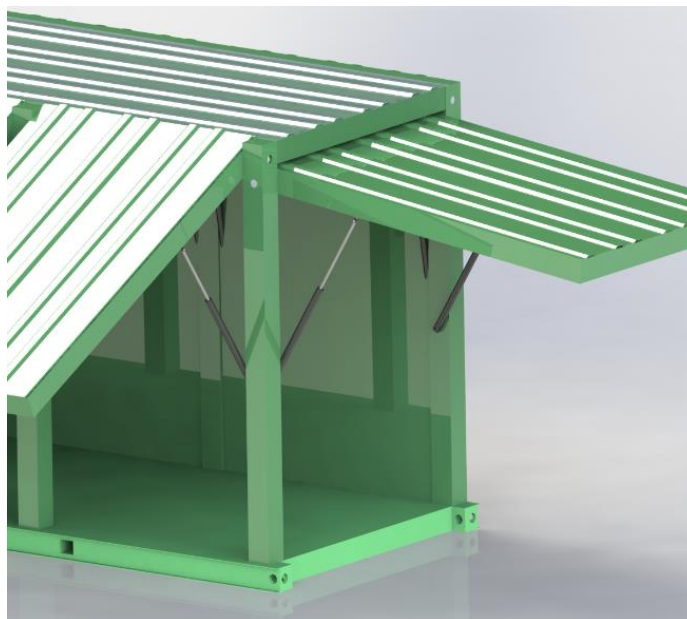


Ilustración 10 Contenedor con sus paredes modificadas

Se debe considerar que, como las puertas no son todas iguales, es probable que no tengan el mismo modelo de amortiguador.

5.4.3. S-GS-C02-A-P01 - Puerta uno

Ver plano: 04-F-Puerta1

Esta es la que cubre la cámara, teniendo las siguientes dimensiones.

Largo de 2600 mm y ancho de 2245 mm. La chapa de construcción tiene un espesor aproximado de 3 mm y el marco es de caño estructural de 40x40.

El peso aproximado de la puerta será de 160 kg.

Con estas medidas ya establecidas, se simula y esto da como resultado la selección de dos amortiguadores de gas del tipo 14-28-350 y sus accesorios, como se detalla en la siguiente ilustración.

5.4.4. S-GS-C02-A-P02 - Puerta dos

Ver plano: 05-F-Puertatipo2

Esta cubre el Biogenerador y posee las siguientes dimensiones:

Largo de 2600 mm, ancho de 1580 mm. Espesor y marco iguales a la puerta anterior.

El peso aproximado será de 120 kg.

Al simular, es seleccionado un amortiguador del tipo 14-28-300 con sus respectivos accesorios. Lo cual se detalla a continuación.

Esta puerta es igual en dimensiones a las puertas 3, 5 y 6 por lo que se seleccionará el mismo conjunto para cada una de ellas.

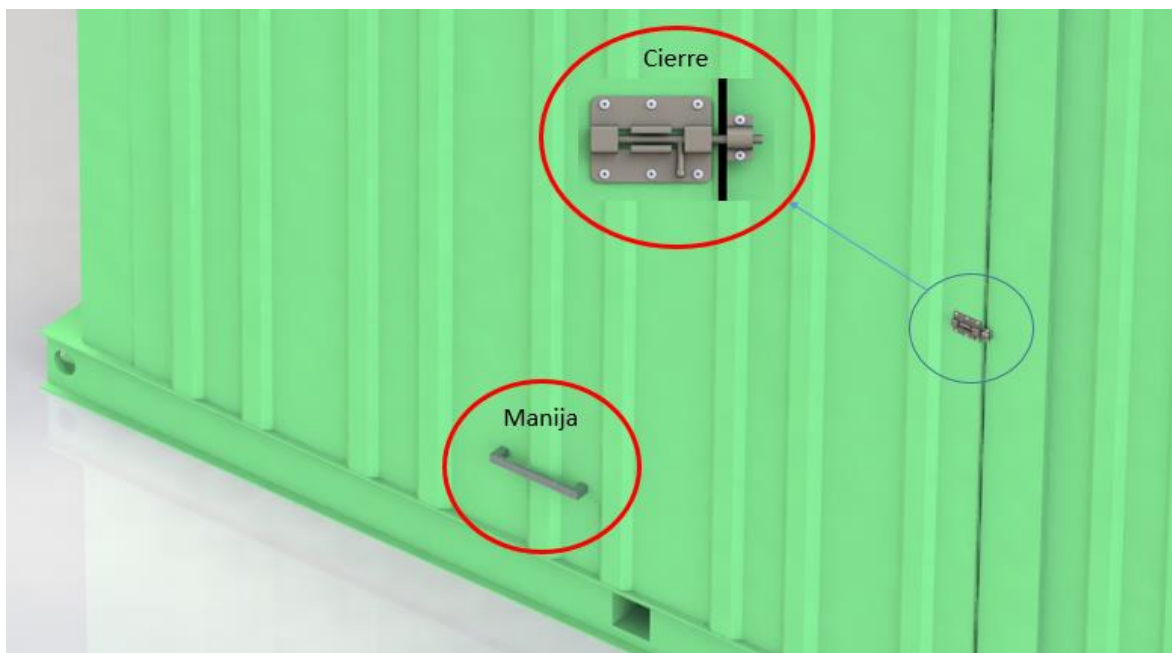
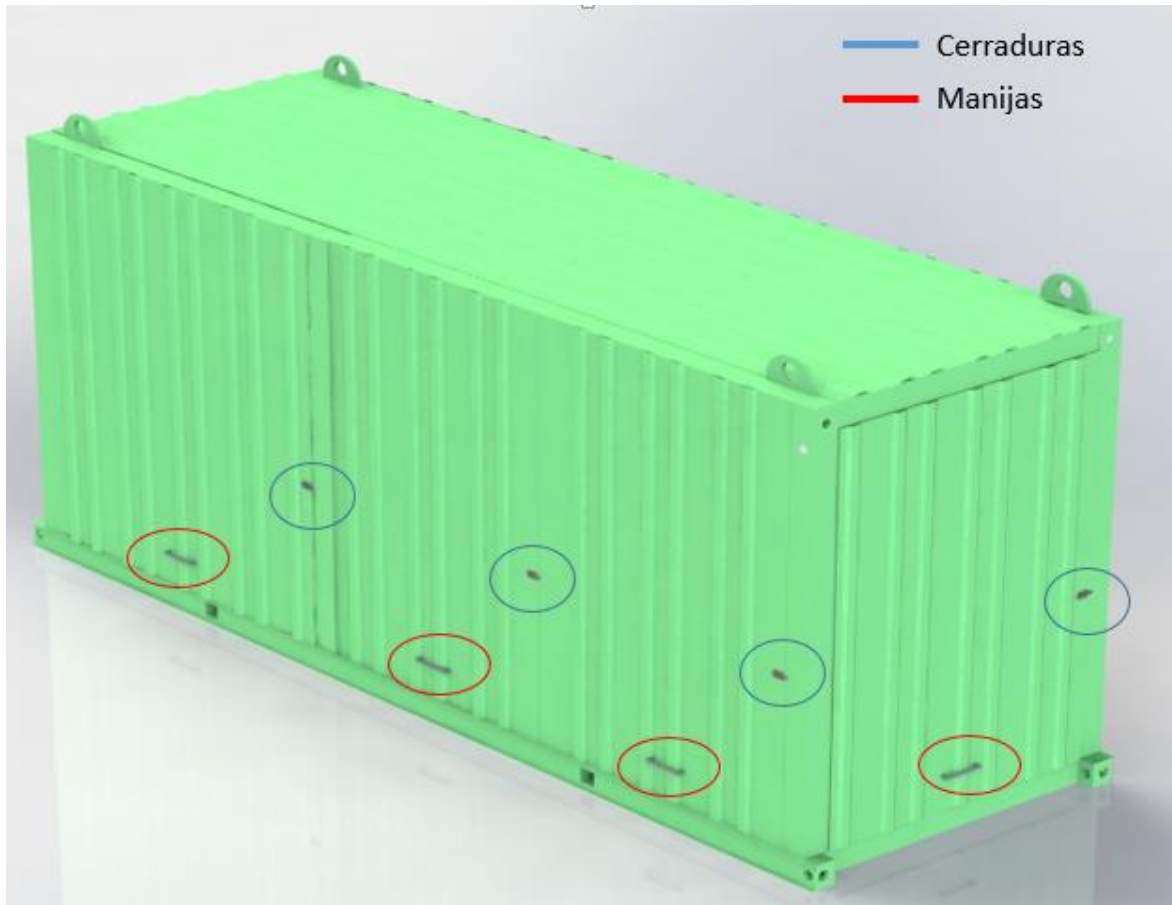
5.4.5. S-GS-C02-A-P04 - Puerta cuatro

Ver plano: 06-F-Puertatipo3

Es la que permite el acceso a la mesa de trabajo, tiene 2455 mm de largo, 1693 mm de ancho y un peso aproximado de 120 kg.

La simulación selecciona un amortiguador del tipo 14-28-300, siendo el mismo que el seleccionado para la puerta dos.

5.4.6. S-GS-C02-CP - Cierre de puertas



Cada puerta del container modificado cuenta con su cerradura pasador, brindando un bloqueo de apertura indeseada y seguridad vandálica.

También cada puerta tiene una manija de agarre, la misma facilita el trabajo de apertura de las puertas.

5.4.7. S-GS-C02-B - Sistema de bisagras de puertas

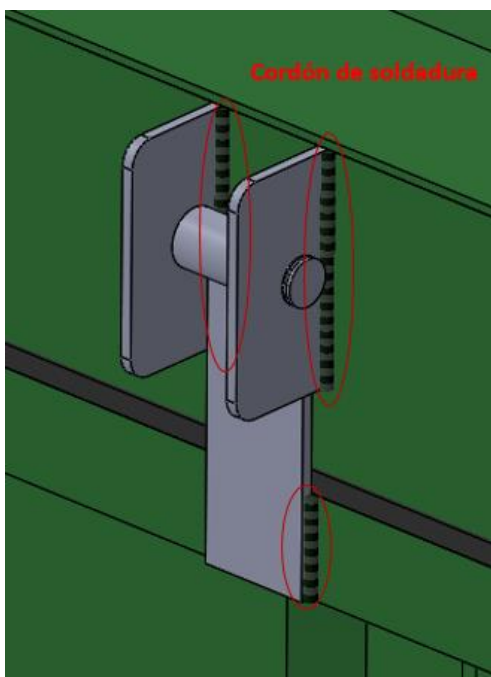
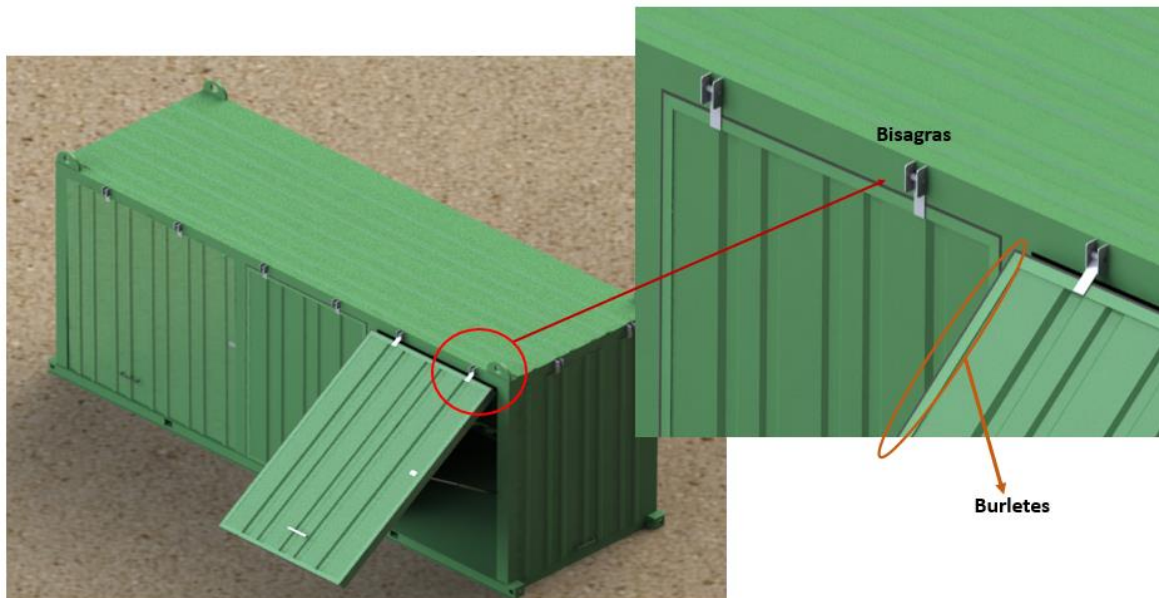


Ilustración 11 Detalle de soldadura

5.4.8. S-GS-C02-P – Pintura

Como recubrimiento para el contenedor se selecciona un esmalte triple acción brillante de Pinturerías Serrentino.

Marca: Sherwin Williams

Tipo de pintura: Esmalte

Ambientes: Exterior Interior

Contenido Neto: 4 litros

Rendimiento: 16 m²



Ilustración 12 Pintura triple acción

8.1. S-GS- TS - Transporte del sistema

Como ya se viene misionando desde un principio el equipo está diseñado y dimensionado para ser transportado en las diferentes rutas del país, mediante el uso de camiones, esto quiere decir que hay que respetar las dimensiones y pesos establecidos en el decreto 79/98 (TRANSITO Y SEGURIDAD VIAL). Este fue el motivo por el cual se pensó en un container como estructura contenedora del sistema.

Una vez que el equipo fue transportado y ubicado en el lugar de destino, surge otra cuestión, la descarga del container.

Se plantean dos posibilidades:

La primera es la utilización de una grúa y para esto se debe tener en cuenta la posibilidad de contar con la misma en la zona, a su vez la misma debe tener accesibilidad al lugar.

Segunda, que en tráiler del camión utilizado pueda transportar no solo el container, sino también un pórtico auto portante con la capacidad de soportar el peso del sistema.

En este proyecto no se calcula el pórtico, pero este debe estar diseñado para elevar 7 toneladas aproximadamente, siendo este valor peso total del container, dicho número se calcula posteriormente.

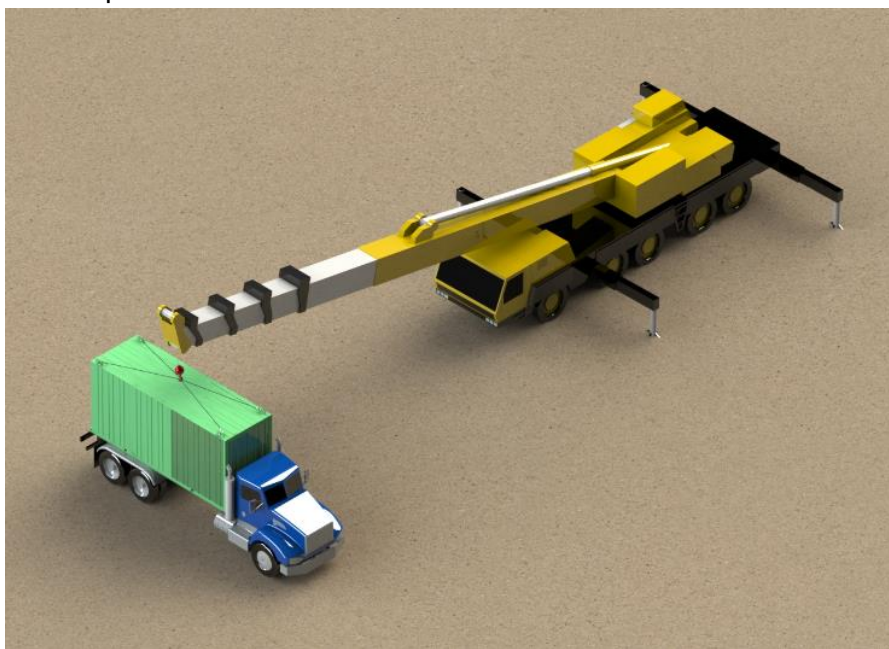
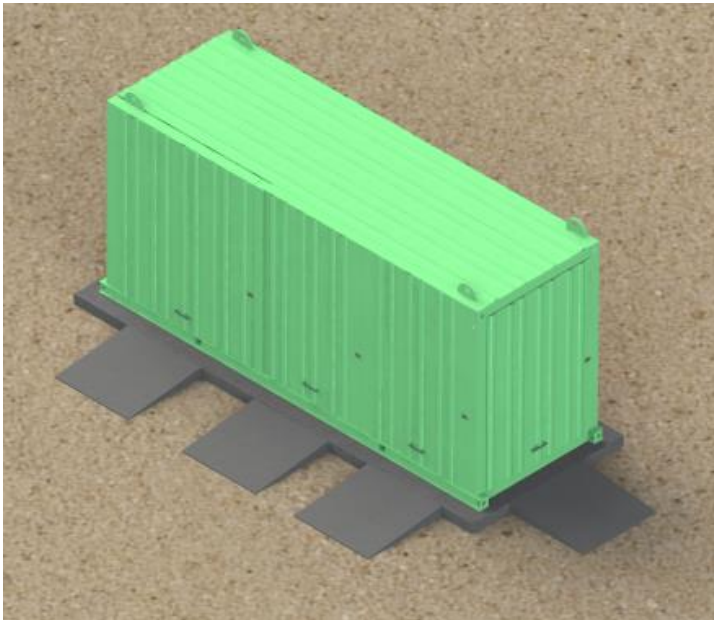


Ilustración 13 Descarga mediante grúa



Ilustración 14 Descarga por pórtico auto portante

8.2. S-SG-P - Platea



Al momento de descargar el container se debe contar con una platea de hormigón, esto evita el hundimiento del equipo y que el mismo se deteriore, ya que no estaría en contacto con la tierra.

Las plateas de fundación son cimentaciones superficiales, sobre el terreno natural, una losa de hormigón armado apoyada en el terreno. Una platea para una vivienda convencional tiene 10 cm o 12 cm de espesor y doble malla de acero (superior e inferior). Si la vivienda es de 2 plantas puede llegar a 15 cm y las mallas de diámetro 6 mm y 8 mm.

Por lo tanto, se recomienda una losa de 12cm mínimo para apoyar el container.

5.5. S-GS-G01 - Digestor-Gasificador

Ver plano: 08-M-Gasificador



Ilustración 15 Biogenerador PP20

Se selecciona un equipo generador POWER PALLET - PP20, de la empresa internacional All Power Labs, debido a que en la actualidad el país que más ha trabajado en este tipo de equipamiento es China.

El equipo posee una capacidad de trabajo que va de 4 kWh a 20 kWh. Con una generación continua de 15 kWh para un consumo de biomasa de 1,2 kg por cada kW generado.

Este permite, una amplia variedad en la humedad de la materia prima, con posibilidad de distintos tamaños en la granulometría de la misma. Los datos y características del equipo se anexaran, como así también el manual de mantenimiento.



Ilustración 16 Simulación del Biogenerador

PERFORMANCE

Continuous Power Rating:	15 kW@50 Hz/18 kW@60 Hz
Sound Level @ 30 feet:	85 dB(A)
Biomass Consumption:	1.2 kg/kWh, 2.5 lbs/kWh

OPERATING CONDITIONS

Ambient Temperature:	5-40°C/40-100°F
Humidity:	5-95% RH
Installed Footprint: without ash vessel or grid tie	1.36 x 1.36 m 53.5 x 53.5 inches
Site Requirements:	Well-Ventilated protected from rain & direct sun

FEEDSTOCK BIOMASS

Size:	12-40 mm/0.5-1.5 in.
Moisture Content:	5-30% dry basis

Ilustración 17 Características del Biogenerador

5.6. S-GS-R01 - Cámara de refrigeración

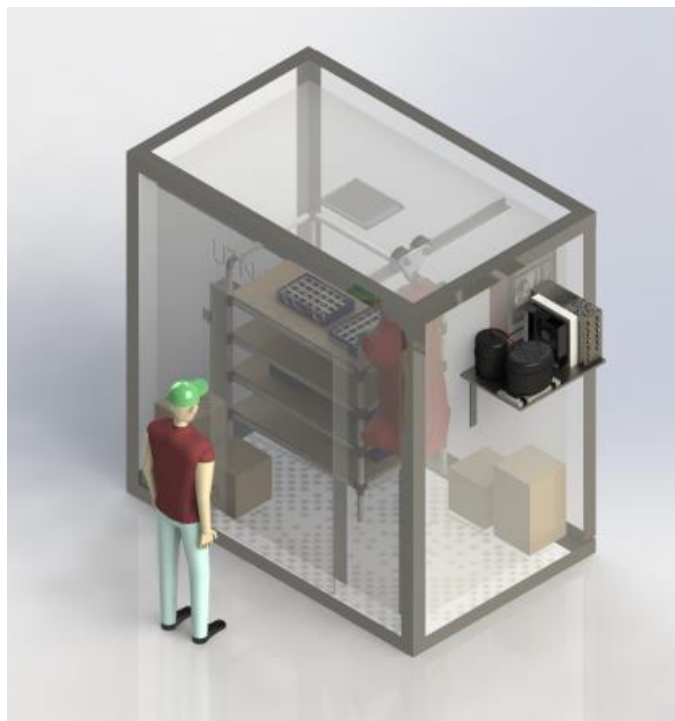


Ilustración 18 Simulación de cámara frigorífica

En este capítulo se describen los elementos que componen la cámara, con descripciones de montaje y características técnicas inherentes. Al tratarse de un equipo electromecánico, se compone de numerosos dispositivos. Los temas serán abordados por partes, según sea la función que aportan.

Un equipo de refrigeración es una máquina térmica, cuyo objetivo consiste en extraer calor de un foco a baja temperatura para transferirlo, a otro a temperatura más elevada. Para lograr esto, es necesario un aporte de trabajo, debido a que el calor se dirige de forma espontánea de un foco caliente a uno frío, y no al revés, como establece la segunda ley de la termodinámica. El aporte de energía para el funcionamiento de la máquina se realizará, mediante la compresión mecánica de un gas refrigerante, encargado de transferir el calor desde un foco térmico al otro. Esta compresión mecánica es producida por el accionar del compresor mediante un motor eléctrico. Los componentes principales de un equipo de refrigeración son cuatro: el compresor mecánico, el condensador, la válvula de expansión y el evaporador, además de otros dispositivos de seguridad y control. El fluido refrigerante que circula por el sistema, absorberá la energía cedida por el compresor y hará que lo impulse a través del circuito.

Los contenidos serán presentados en el siguiente orden:

- 1- Cámara
- 2- Compresor

- 3- Evaporador
- 4- Condensador
- 5- Válvula de expansión
- 6- Acumulador
- 7- Presostatos

Al ser necesario un equipo de refrigeración, se debe tomar una determinación sobre el tipo de sistemas y componentes a seleccionar. Los factores a tener en cuenta para tomar esta determinación serán: el coste inicial del equipo, las condiciones a mantener, el coste de funcionamiento del equipo y cuál va a ser el objetivo a largo plazo de la instalación.

5.6.1. S-GS-R01-Ca – Cámara

Ver plano: 07-Cámara

La cámara será diseñada para conservación de medicamentos, alimentos y demás artículos que requieran ser conservados.

Debido a que los medicamentos no pueden ser congelados y menos aún ser llevados a temperaturas inferiores a 0° c ya que provoca un deterioro irreversible, perdiéndose sus propiedades curativas y las vacunas son productos biológicos termolábiles que se deben conservar entre +2° C y +8°C, por todo esto, se adopta una temperatura de diseño interior de la cámara de unos 2°C y se toma como temperatura exterior la media máxima anual de la zona, en este caso 38°C.

Las dimensiones de la cámara están limitadas por el container.

Medidas:

Alto: 2,30 m

Ancho: 2,24 m

Profundidad: 1,5 m

Volumen: 7,73 m³

Hipótesis consideradas

Temperatura interior: 2°C

Temperatura exterior: 38°C

Para la fabricación de puertas, paredes y techos, como así también para la aislación del piso, se utilizan paneles de poliestireno, con cobertura de chapa galvanizada pintada.

La cámara no se encontrará dentro de un ambiente con temperatura controlada, tampoco estará a la intemperie, todo el equipo debe estar bajo techo.

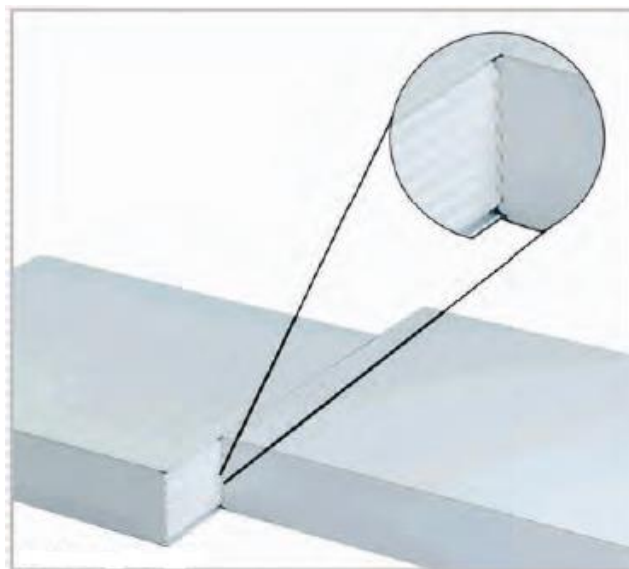


Ilustración 19 Paneles de Poliestireno

Del catálogo Megacold se seleccionan los paneles que se utilizaran para fabricar la cámara:

Paneles de poliestireno expandido (EPS).

Densidad total nominal 20 Kg/m^3

Largo: 6 – 8 m

Ancho: 1,15 m.

Chapa de acero galvanizado pre pintado, estándar blanca. Espesor de 0,5mm.

5.6.2. S-GS-R01-Ca-CR - Ciclo básico de refrigeración

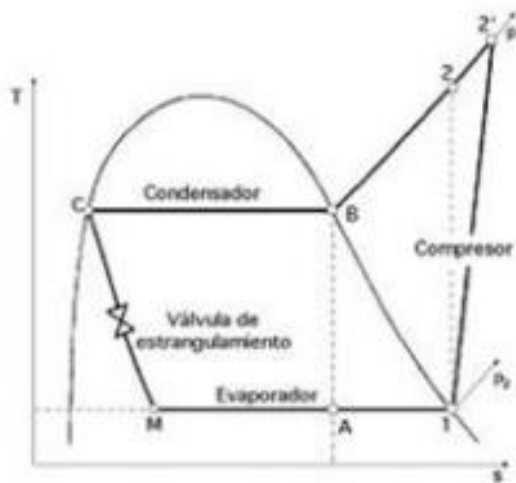


Ilustración 21 Diagrama T-S

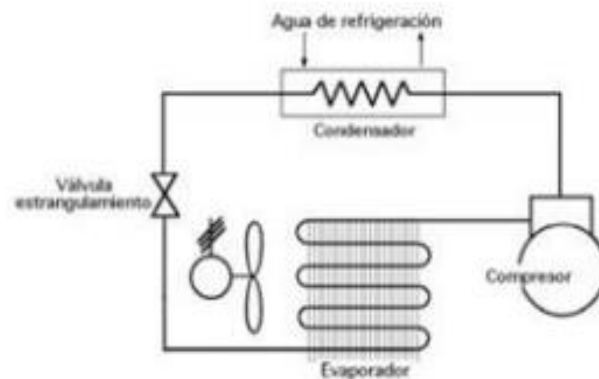


Ilustración 20 Ciclo de refrigeración

Como se puede ver se presenta un esquema t-s donde se esboza el ciclo de refrigeración, que se desarrolla en la cámara. Cada una de las partes que componen el circuito, cumple una función determinada en el ciclo, representado en la imagen. Los componentes serán calculados y seleccionados posteriormente.

5.6.3. S-GS-R01-E - Evaporador

Será utilizado un evaporador semi-inundado de circulación forzada de aire, ya que son más compactos, de tamaños reducidos y fácil colocación.

Se selecciona un evaporador de la serie FLV-12-M de la empresa Capozucca de una potencia $\frac{1}{2}$ HP.



Ilustración 23 Evaporador

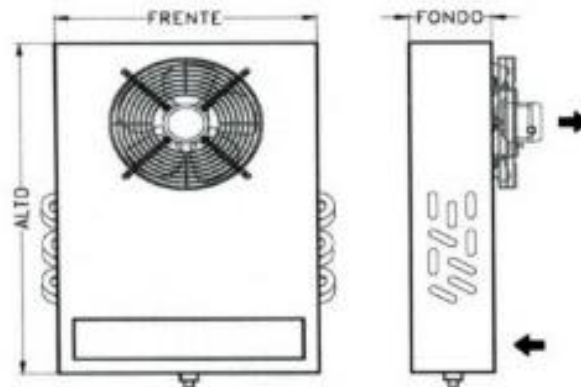


Ilustración 22 Caracterización del evaporador

Importancia de las presiones en el circuito de refrigeración:

- Pueden indicar problemas de flujo de refrigerante
- Pueden indicar problemas de cantidad de refrigerante
- Pueden indicar problemas con la evaporación del equipo
- Pueden indicar problemas de fugas
- Puede indicar problemas en la condensación del equipo
- Puede indicar problemas con el compresor
- Puede indicar problemas con la expansión

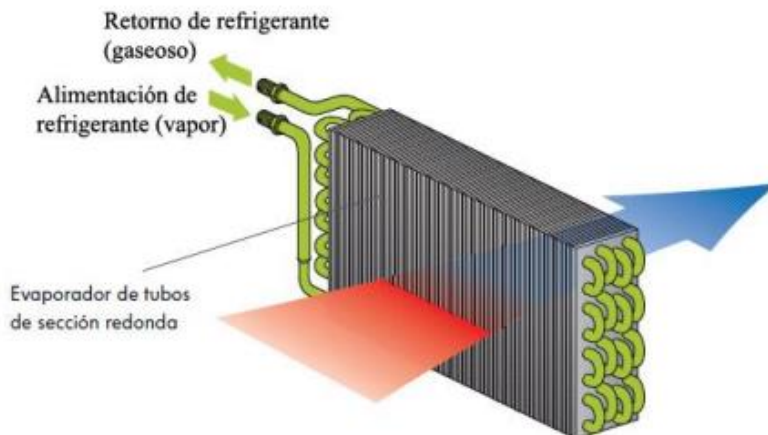


Ilustración 24 Representación de trabajo

<i>PROPIEDADES FISICAS</i>		R-410A
Peso molecular	(g/mol)	72.6
Temperatura ebullición (a 1,013 bar)	(°C)	-51.58
Deslizamiento temperatura de ebullición (a 1,013 bar)	(K)	0.1
Temperatura crítica	(°C)	72.13
Presión crítica	(bar abs)	49.26
Densidad crítica	(Kg/m ³)	488,90
Densidad del líquido (25°C)	(Kg/m ³)	1062
Densidad del líquido (-25°C)	(Kg/m ³)	1273
Densidad del vapor saturado (25°C)	(Kg/m ³)	4,12
Presión del vapor (25°C)	(bar abs)	16.5
Presión del vapor (-25°C)	(bar abs)	3.30
Calor de vaporización a punto de ebullición	(KJ/Kg)	276
Calor específico del líquido (25°C)	(KJ/Kg K)	1.84
Calor específico del vapor (25°C) (1 atm)	KJ/Kg K)	0.83
Conductibilidad térmica del líquido (25°C)	(W/mK)	0.088
Conductibilidad térmica del vapor (25°C) (1 atm)	(W/mk)	0.013
Solubilidad con el agua (25°C)	ppm	despreciable
Límite de inflamabilidad	(% vol.)	Ninguno
Toxicidad (AEL)	ppm	1000
ODP	-	0
PCA (GWP)	-	2088

Ilustración 25 Propiedades del refrigerante

5.6.4. S-GS-R01-GR - Gas refrigerante

El gas refrigerante elegido es el 410^a, este es una mezcla casi azeotrópica compuesta de R-125 y R-32. Actualmente se utiliza fundamentalmente en los nuevos equipos de aire acondicionado. Siendo un producto químicamente estable, de baja toxicidad y no inflamable.

5.6.5. S-GS-R01-UC - Condensador

Este es un intercambiador de calor, en el que se produce la condensación de los gases a la salida del compresor. El mismo debe de ser capaz de extraer y disipar el calor absorbido en el evaporador, como también el equivalente al trabajo de compresión.

Debido a que es complicado encontrar una empresa nacional que fabrique estos artefactos que trabajen con 410a. Se selecciona una unidad condensadora para el refrigerante R-22, optándose por una unidad de marca Tecumseh, modelo M1T072301V. El R-22 es reemplazado en la actualidad por 410a, por este motivo se seleccionó de esa manera. Una vez hecho esto, se elegirá un compresor que trabaje con 410a, para reemplazar al de la unidad condensadora anterior. Cabe aclarar que estos compresores si son fabricados en el país.

5.6.6. S-GS-R01-C - Compresor

Tiene la misión de aspirar los vapores que se producen al evaporarse un fluido frigorífero en un evaporador que se encuentra a baja presión y descargarlo a alta presión en el condensador, realizándose un cambio de estado de vapor a líquido. El fluido sufre una compresión politrópica, que ha tenido lugar por efecto de elevar la temperatura del fluido descargado.

Los tipos de compresores más utilizados en refrigeración son:

- Alternativos
- De tornillo o helicoidales
- Rotativos
- Centrífugos

Los compresores más utilizados en el campo de la refrigeración son los alternativos y los de tornillo. Los demás tipos quedan fuera de nuestras opciones para este proyecto, debido a su escasa aplicación. La capacidad de refrigeración y la potencia del compresor son dos de las características más importantes de funcionamiento. Estas características de un compresor que funcionan a una velocidad constante, están controladas principalmente por las presiones de admisión y de descarga.

Las pérdidas de potencia en el compresor, son consecuencia de los siguientes factores:

- Expansión de vapor en el espacio muerto.
- Pérdidas por intercambio de calor del vapor con las paredes del cilindro.
- Pérdidas debido al flujo de vapor a través de válvulas.

La suma de estas pérdidas descritas, son la diferencia entre el consumo real y el teórico. Los factores directos que influyen en la capacidad y potencia del compresor, son los siguientes:

- Velocidad del compresor: la capacidad de un compresor es incrementada en aumentar su velocidad de giro, pero en un grado inferior a la potencia requerida.
- Presión de aspiración: la capacidad de un compresor se ve reducida a medida que disminuye la presión de aspiración.
- Presión de descarga: el efecto de refrigeración disminuye por un aumento de la presión de condensación.
- Fugas a través de las válvulas o pistones.

El compresor debe bombear la cantidad necesaria de frigorías, para eso se debe determinar las Kcal/kg que se debe extraer de la cámara. Luego sabiendo cuantas Kcal/Kg por 1Kg del refrigerante elegido se extrae durante la evaporación, se determinan los Kg/h de refrigerante que se deben evaporar en el evaporador, y que el compresor deberá bombear cuando el líquido se haya transformado en vapor.

Se selecciona un compresor para refrigerante 410a.

Especificaciones
Marca: Tecumseh
Modelo: HGA5453BXC



Ilustración 26 Compresor

Mecánico

Peso :	11
Unidad de medida de peso :	KG
Desplazamiento (cc) :	5.414
Tipo de aceite :	Poliviniléter
Viscosidad (cSt) :	68
Carga de aceite (cc) :	258

Eléctrico

Rango de voltaje (50 Hz) :	198-264
Rango de voltaje (60 Hz) :	N / A
Aperitivos de rotor bloqueado (LRA) :	15
Amperaje de carga nominal (RLA 50 Hz) :	2.14
Amperaje de carga nominal (RLA 60 Hz) :	0
Max. Corriente continua (MCC en amperios) :	0
Resistencia del motor (Ohm) - Principal :	5.34
Resistencia del motor (Ohm) - Inicio :	6.77
Tipo de motor :	PSC
Tipo de sobrecarga :	N / A
Tipo de relé :	N / A

Ilustración 28 Características del compresor seleccionado

Condición	Voltaje de prueba	Capacidad de refrigeración			Potencia de entrada	Eficiencia			TEMPERATURA EVAPENTE	COND TEMP	TEMPERATURA AMBIENTE	GAS DEVUELTO	TEMPERATURA LIQUIDA
		Btu / h	kcal / h	W		Btu / Wh	kcal / Wh	W / W					
ASHRAE	220 V ~ 50 HZ	4250	1071	1246	500	8.5	2.14	2.49	7.2 ° C (45 ° F)	54 ° C (130 ° F)	35 ° C (95 ° F)	35 ° C (95 ° F)	48 ° C (115 ° F)

Ilustración 27 Datos de trabajo

5.6.7. S-GS-R01-TC - Tuvo capilar

Existen muchos estudios y softwares sobre la determinación del tubo capilar para un sistema dado, sin embargo sus dimensiones definitivas son obtenidas por pruebas en el producto (prueba y error). Esta tabla debe ser considerada un punto de partida para la selección del capilar, y luego debe llegarse a la determinación de este mediante prueba. De este modo, si la temperatura de evaporación resulta menor que la deseada, esto significa que la caída de presión es excesiva, debido a un largo de capilar excesivo, por lo tanto deberá acortarse el capilar hasta llegar a la condición de trabajo deseada.

5.7. S-GS-MT01 - Mesa de trabajo



Ilustración 29 Mesa de trabajo equipada propuesta

La mesa nos da la posibilidad de acondicionar la biomasa, es decir, convertir los troncos de los arboles a chips de madera que serán el combustible del digestor. Se realiza esto, ya que la reducción de tamaño aumenta el rendimiento de la combustión.

Esta cuenta con cierras circulares para conseguir lo mencionado anteriormente. A su vez esta acondicionada para desplazarla hacia fuera del container, permitiendo eliminar la suciedad producida por el aserrín. Se propone, colocar en la mesa una canaleta perforada para facilitar el acopio de la materia prima en un recipiente contenedor.

La mesa cuenta con tomas de corriente, además de un espacio libre donde se podrá realizar diferentes trabajos que involucren distintas herramientas de baja potencia, como taladros o amoladoras.

Se mostrará a continuación el despiece de la mesa de trabajo propuesta, con las diferentes máquinas e indicando las zonas de trabajo.

De la figura anterior se pueden nombrar los elementos más importantes que componen la mesa. Seguidamente se hará una descripción de cada uno de ellos con sus respectivas partes.

5.7.1. S-GS-MT01-M - Mesa de trabajo



Ilustración 30 Mesa propuesta

- Apoyo del motor eléctrico
- Ruedas
- Canaleta cuadrada guía
- Aberturas para cierras

Como se comentó anteriormente esta mesa cuenta con ruedas para facilitar el transporte, las mismas a su vez poseen un sistema de trabado para el momento en el que se desee dejar estanca la mesa. La canaleta nos sirve para facilitar el acopiado de los chips de madera en un recipiente, para luego ser introducidos en el digestor.

La mesa también cuenta con un espacio de trabajo libre, ya sea para mantenimiento de máquinas que constituyen el sistema y otras externas de interés del operario.

La misma fue diseñada y pensada para realizar sobre ella, el acondicionamiento de la materia prima. Esto no quita que pueda ser usada para las actividades de mantenimiento antes nombradas.

La mesa de trabajo se va a ensamblar con caño estructural cuadrado de 40x40 mm.

Específicamente serán utilizados aproximadamente 14 metros de caños para el armado, también se utilizará una chapa de acero negro como encimera, siendo de 3x1.5 metros, esta última será recortada de la forma como se muestra en la imagen siguiente.

Su altura se determina teniendo en cuenta el tipo de trabajo a realizar. Como mayormente se destinará al acondicionamiento de la biomasa, lo cual se realizará parado, la mesa tendrá una altura de trabajo de 0.85 metros.

Teniendo en cuenta fabricantes de este país se seleccionan de catálogos la chapa y los caños estructurales a usar:

CHAPA LISA				
Calibre / Espesor	1 x 2 mts.	1.22 x 2.44 mts.	1.50 x 3.00 mts.	1.50 x 6.00 mts.
14 (2.00 mm)	X	X	X	—
16 (1.59 mm)	X	X	X	—
18 (1.24 mm)	X	X	X	—
20 (0.89 mm)	X	X	—	—
22 (0.70 mm)	X	X	—	—
24 (0.55 mm)	X	—	—	—
1/8" (3.25 mm)	—	—	X	—
3/16" (4.75 mm)	—	—	X	—
1/4" (6.35 mm)	—	—	X	—
5/16" (7.92 mm)	—	—	X	X
3/8" (9.52 mm)	—	—	X	X
1/2" (12.70 mm)	—	—	—	X
5/8" (15.90 mm)	—	—	—	X
3/4" (19.10 mm)	—	—	—	X

Caño estructural utilizado:

TUBO CUADRADO					
	0,89 mm	1,24 mm	1,59 mm	2,00 mm	3,20 mm
10 x 10	x	x	—	—	—
12 x 12	x	x	x	—	—
15 x 15	x	x	x	x	—
20 x 20	—	x	x	x	—
25 x 25	—	x	x	x	—
30 x 30	—	x	x	x	—
35 x 35	—	x	x	—	—
40 x 40	—	x	x	x	x
45 x 45	—	—	x	—	—
50 x 50	—	x	x	x	x
60 x 60	—	x	x	x	—
70 x 70	—	—	x	x	—
80 x 80	—	—	x	x	—
100 x 100	—	—	x	x	x
120 x 120	—	—	—	—	x
150 x 150	—	—	—	—	x

5.7.2. S-GS-MT01-SM - Sierra eléctrica manual



Ilustración 31 Cierra articulada manual

Esta herramienta eléctrica facilitará al operario realizar los cortes perpendiculares o en diferentes ángulos, ajustándose de acuerdo a la necesidad del momento. Uno de los fines que tendrá, es obtener los chips de madera a la medida deseada. Claro está, que cada corte debe ser realizado por un operario, el mismo debe conocer los riesgos que el uso de esta máquina puede ocasionar, ya que puede provocar lesiones.

Si bien existen distintos riesgos, se nombrarán los principales a tener en cuenta: Siempre utilizar elementos de protección personal como: protección ocular y auditiva, zapatos de trabajo antideslizantes con puntera de acero si trabajará con materiales pesados, máscara o barbijo, guantes gruesos y un guardapolvo o delantal. Mantenerla fuera del alcance de los niños y en general de cualquier persona que no esté capacitada para su uso.

5.7.3. S-GS-MT01-SB - Sierra circular de banco

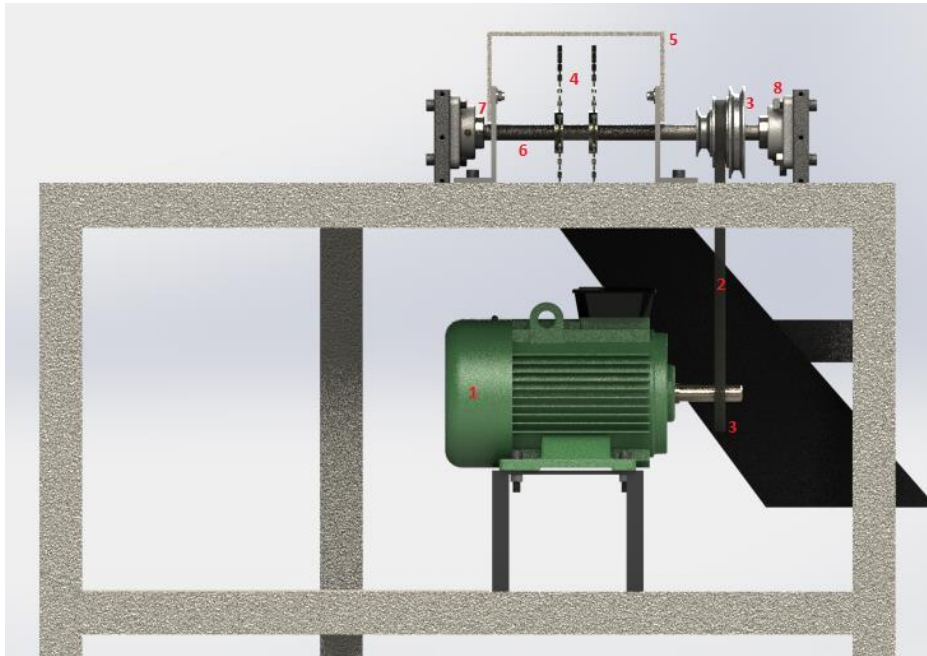


Ilustración 32 Sierra circular

Con la circular de banco el operario logrará cortes transversales. Con esta herramienta se debe tener las mismas precauciones y recomendaciones que con la manual.

Descripción de la imagen anterior

- 1- Motor eléctrico WEG ½ HP
- 2- Correa
- 3- Poleas
- 4- Sierras Circulares
- 5- Protector
- 6- Eje
- 7- Rodamientos
- 8- Soporte rodamiento
- 9- Mesa de trabajo

Si bien todo el sistema de acondicionamiento de la materia prima, fue seleccionado directamente de catálogo, es aconsejable realizar una verificación de las partes intervinientes. Esto implica el dimensionamiento mínimo a cumplir, dando como resultado así una mayor vida útil de las piezas.

5.7.3.1. S-GS-MT01-SB-T01 - Sistema de transmisión



Ilustración 33 Correa

Ilustración 34 Polea

Se calcula el sistema de transmisión por correa de la circular, siguiendo los pasos establecidos por el fabricante Dunlop. Estableciéndose el diámetro de las poleas, distancia entre ellas y la sección de la correa.

Si bien los cálculos determinan las dimensiones mínimas a respetar, también se obtiene el beneficio de no sobredimensionar el sistema, disminuyendo así el gasto inicial a la hora de adquirir los elementos.

Tal como se detalló anteriormente, los cálculos fueron realizados según el fabricante, obteniéndose:

Diámetro primitivo de poleas: 90mm

Distancia entre poleas: 225mm

Sección de correas: Sección tipo A

Cantidad de correas: 1

5.7.3.2. S-GS-MT01-SB-T01-E - Eje de circular

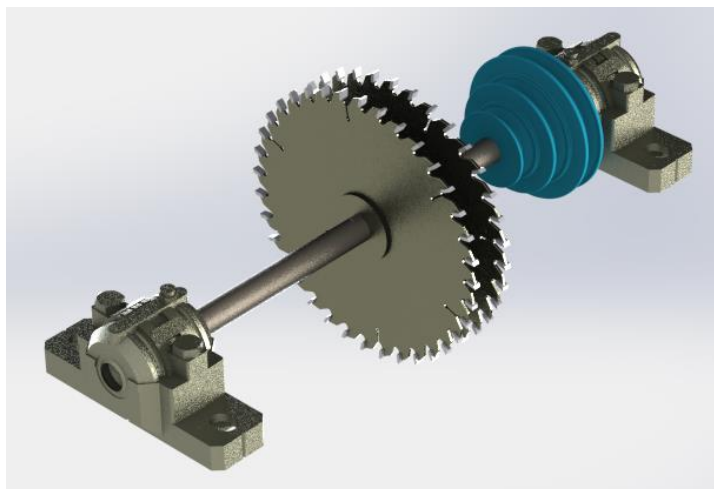


Ilustración 35 Eje ensamblado

Se realizó el cálculo y verificación del diámetro de eje, también una simulación del comportamiento del eje, a través del software solidworks, para establecer el punto de mayor fatiga y desplazamiento, que este sufrirá en su funcionamiento.

Se adoptó un diámetro del eje de 20mm en la zona donde van las circulares y por uno de 15mm en la polea.

En la simulación, el eje fue sometido a diferentes fuerzas de torsión, aplicándose en dos puntos 6 N.m producidos por las circulares y en otro de estos 4 N.m ejercido por la correa en la polea.

A continuación se muestran ilustraciones del eje ensamblado y sin ensamblar, en donde se logra divisar con precisión la disposición de los discos de corte y de la polea de transmisión.

En primer lugar se pueden visualizar las circulares con sus chavetas. Luego en los extremos se encuentran los rodamientos y por último la polea de transmisión.

El eje sin ensamblar se puede divisar a continuación mediante la ilustración.



Ilustración 36 Simulación del eje

5.7.3.3. S-GS-MT01-SB-T01-Ch - Chaveta

Tanto la polea como los discos de corte serán fijados por medio de chavetas, de las cuales solo será calculada la más comprometida, que en este caso será la de los discos.

Se establece mediante los cálculos, que la chaveta debe ser de al menos 6x6mm con un largo de 20mm. En la memoria de cálculo se verifican estas dimensiones, tanto a corte como a aplastamiento.



Ilustración 37 Chavetas

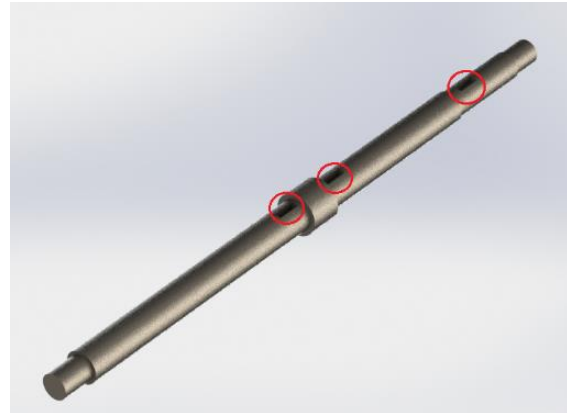


Ilustración 38 Ubicación de las chavetas

5.7.3.4. S-GS-MT01-SB-T01-R - Selección de rodamiento

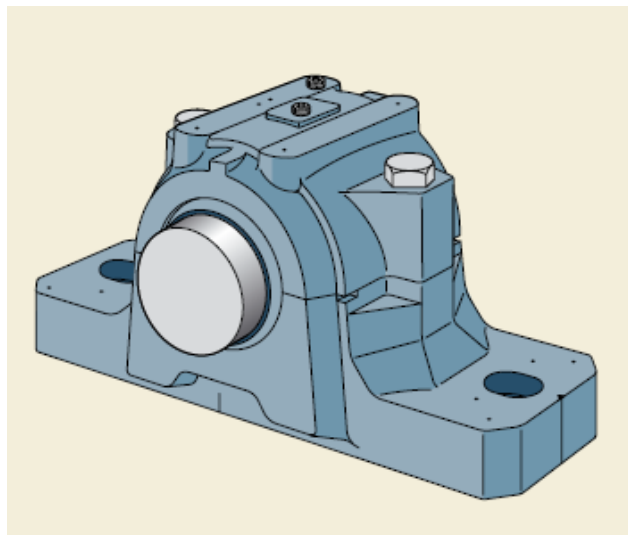


Ilustración 39 Soporte de pie

De catálogo SKF se selecciona primeramente un soporte de pie SNL 505 TA para rodamientos sobre manguitos de fijación para un eje de diámetro de 20 mm. Este tipo de soporte nos dará algunas opciones de rodamientos las cuales, luego se deben de verificar por medio de la carga dinámica a la cual este afectado el rodamiento.

Para los cálculos se estimó una cantidad de 8 horas diarias de uso de la máquina, y al ser una máquina para trabajar la madera, según SKF la vida nominal del rodamiento seleccionado debe estar entre los 20000 y 30000 horas de funcionamiento.

Con estos datos se selecciona un rodamiento a bolas 1205 EK, con manguito de fijación H205. La carga dinámica que soporta el mismo es de 14,3 kN, valor que es superior a la carga que estará aplicada, lo que indica que el mismo verifica.

5.8. S-GS-H01 - Horno

Al incorporar un horno a leña, se contará con la posibilidad de poder cocinar en el mismo y a su vez utilizar los gases de escape para la climatización de agua que será detallado en el siguiente ítem. Como ha sido aclarado con anterioridad, en un principio se intentó reutilizar los gases de escape del motor de combustión interna para el calentamiento del horno, lo cual no fue posible debido al bajo caudal de gases de escape del motor.



Ilustración 41 Horno a leña seleccionado



Ilustración 40 Simulación del Horno

Se selecciona un horno a leña TROMEN con las siguientes características:
Peso total: 100 kg / Salida de humo: 10 cm / Salida de vapor de comida: 5cm
Capacidad interior: Alto: 35 cm / Ancho: 45.5 cm / Profundidad: 74 cm

Características Constructivas:

- Interior cámara de cocción enlozada.
- Piso de cámara de cocción: Material refractario.
- Cámara de combustión: Cubierta en material refractario.
- Bandeja y parrilla en acero inoxidable.

MEDIDAS: Ancho 56 cm / Alto 76 cm / Profundidad 78 cm.

6. INGENIERÍA ELÉCTRICA DE DETALLE

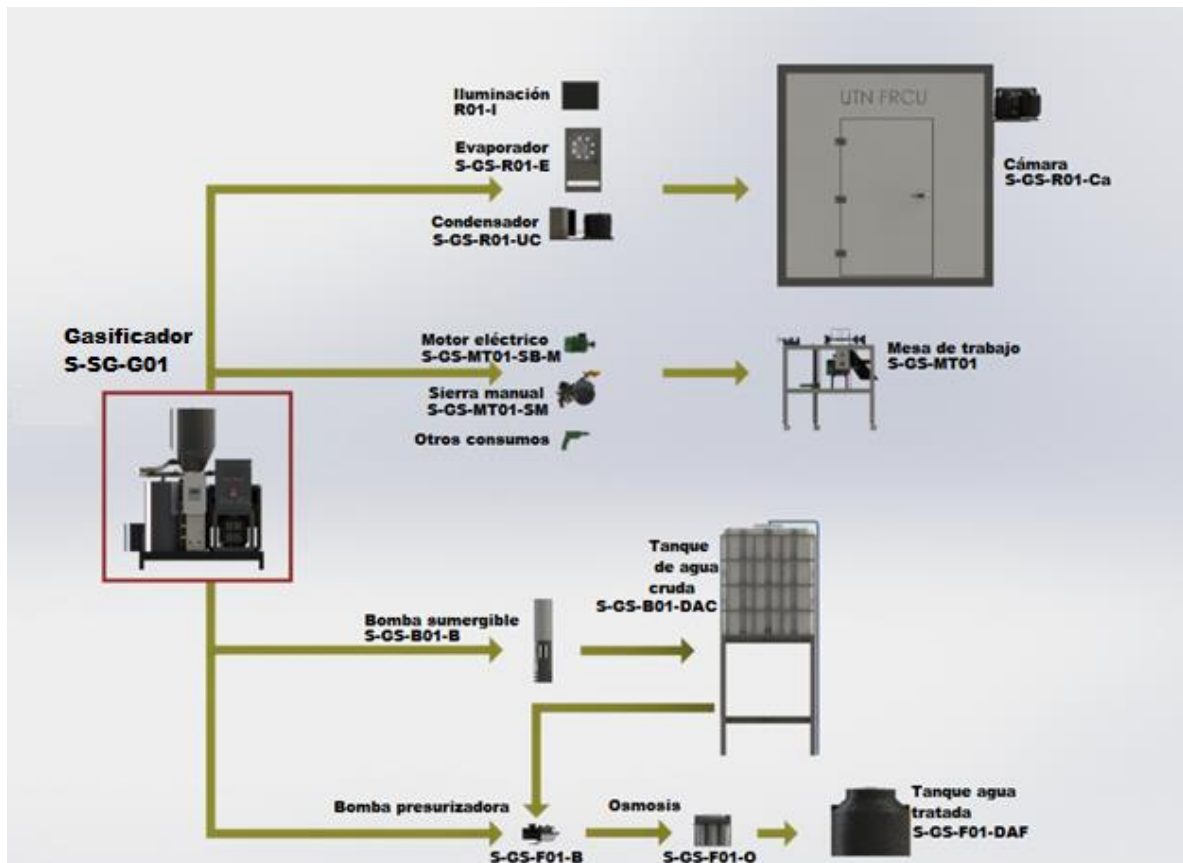


Ilustración 42 Diagrama de flujo eléctrico

6.1. Flujo eléctrico

En la imagen se muestran los distintos puntos alimentados eléctricamente por el generador. Cada flecha señala los sistemas que consumen energía. Se pueden observar: mesa de trabajo, bomba sumergible, osmosis, presurizadora, condensador, evaporador, iluminación de la cámara y del contenedor.

6.2. S-GS-E01 - Alimentación eléctrica

En el siguiente cuadro se citan los consumos de cada uno de los equipos eléctricos, para luego entrar en detalle en cada uno de los circuitos de comando. Por lo tanto a continuación se enumeran los equipos con sus correspondientes consumos y potencia para determinar la potencia total instalada, de esta manera establecer la cantidad de energía.

Referencia	Consumo	Potencia	Energía diaria consumida
R01-E	Evaporador	0,373 kW	8,952 kW-h
R01-UC	Unidad Condensadora	0,5 kW	12 kW-h
CA01-BS	Bomba Sumergible	0,37 kW	8,88 kW-h
CA01-BO	Bomba Osmosis	0,55 kW	13,2 kW-h
E01-I / R01-I	Iluminación	0,013 kW + 0,3kW	7,5 kW-h
E01-TC	Toma corriente	3 kW	72 kW-h
Total		5,12 kW	122,53 kW-h

Luego se dimensionará el conductor que llevará cada equipo, y se seleccionan los elementos de comando y protección de los mismos.

6.3. Comando de bombas

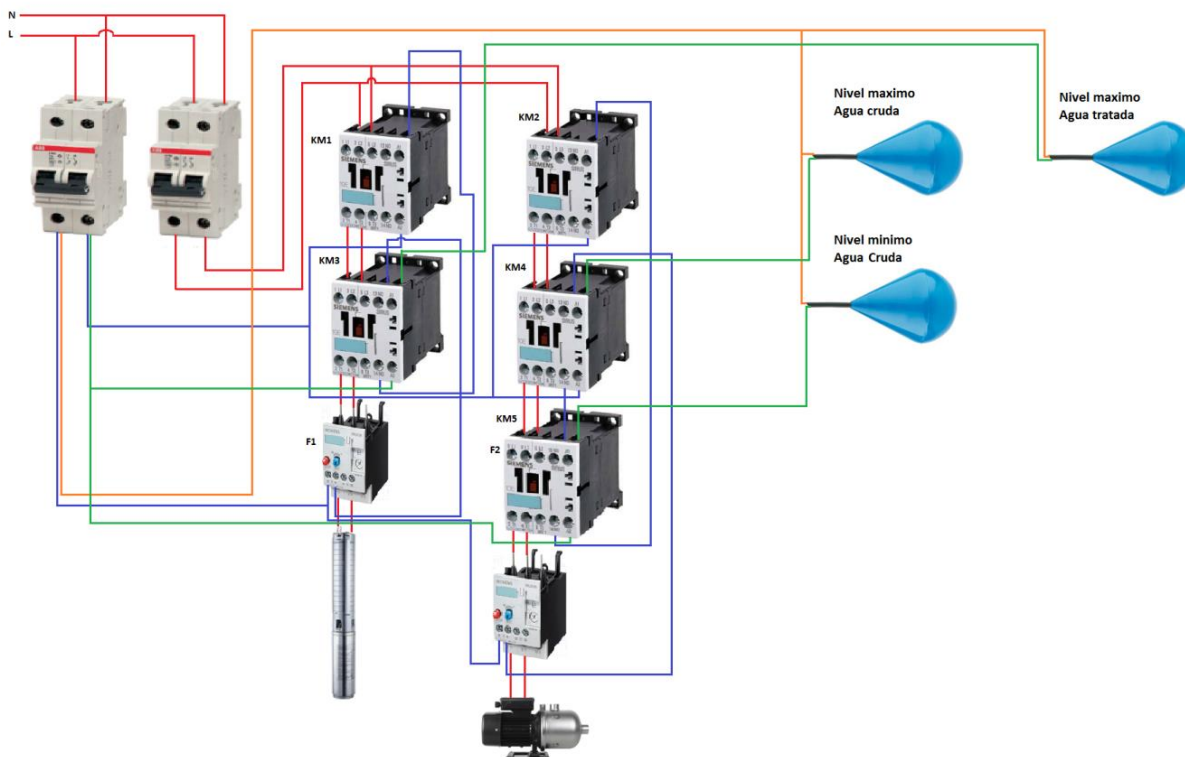


Ilustración 43 Sistema de mando automático

Se presenta un esquema representativo del circuito de comando electrónico de la bomba sumergible como la de osmosis.

6.4. Selección de los elementos eléctricos

Se seleccionarán los elementos necesarios para el control de las bombas de agua, tales como contactores, relé térmicos, indicadores, etc.

Características de los **contactores**:

Código de elemento: **S-GS-E01-B01-C**

Marca: Siemens

Modelo: 1AB01

Tensión de trabajo: 400 V

Intensidad de trabajo: 7 A



Ilustración 44 Contactor

Características de los **relés térmicos**:

Código de elemento: **S-GS-E01-B01-RT**

Marca: Siemens

Modelo: 1CB

Potencia de empleo: 0,75 kW

Corriente de protección: 10 A



Ilustración 45 Relé térmico

Características de los **indicadores**.

Código de elemento: **S-GS-E01-B01-I**

Marca: Siemens

Modelos: 6BA20 y 6BA40



Ilustración 46 Lámpara

Características de **interruptor y disyuntor**.

Código de elementos: **S-GS-E01-B01-ITM/DD**

Marca: Siemens

Corriente nominal: 16 A

Características de **fuentes de alimentación**.

Código de elemento: **S-GS-E01-B01-FT**

Marca: Siemens

Modelo: SITOP PSU8200

Corriente: 5 A



Ilustración 47 Fuente de tensión

Tensión de alimentación: 110 a 230 V

Tensión de salida: 24 V

Características del **control automático de nivel**.

Código de elemento: **S-GS-E01-B01-CN**

Marca Rotoplas

Largo de 2 m

Totalmente hermético

Fácil instalación



Ilustración 48 Control de nivel

6.5. S-GS-MT01-CE - Circuito eléctrico de mesa de trabajo

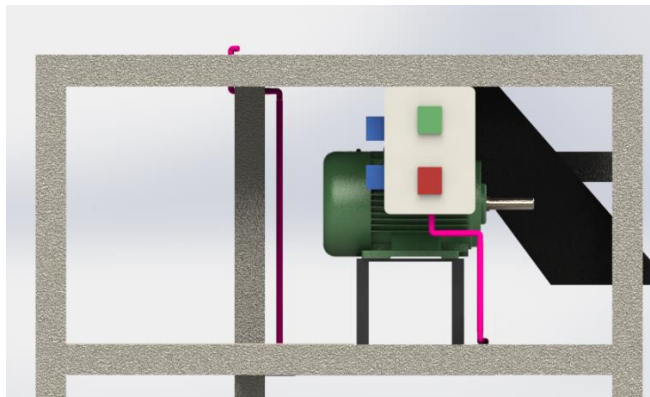


Ilustración 49 Comando eléctrico

Lo que forma parte del circuito eléctrico es: el comando de arranque y parada del motor de la sierra circular de banco, toma corriente para la conexión de otra herramienta eléctrica, el motor eléctrico y la sierra circular de mano.

7. INGENIERÍA HIDRÁULICA DE DETALLE

7.1. Circuito hidráulico

El circuito hidráulico comienza con la succión del agua de pozo, realizado a través de la bomba sumergible, que a su vez, tiene la función de llenar el tanque de agua cruda. En la imagen a continuación, se representa mediante flechas el circuito que realiza el agua. Dependiendo de la condición en la que se encuentra el H₂O, tendrán un determinado color y número.

Las de color marrón y numeración 1.1 representan el agua cruda, desde su succión hasta su depósito en el tanque. Desde ahí la misma puede dirigirse a tres destinos posibles: el primero es una extracción directa, la cual se hace mediante una válvula ubicada en uno de los laterales del depósito. En este caso se obtendrá agua cruda solamente, la que se puede utilizar para lavados u otros usos.

La bomba sumergible estará en funcionamiento mientras que el tanque no alcance su nivel máximo, delimitado por una boya de nivel. Como se mencionó anteriormente el usuario podrá obtener el agua en otros dos estados, tratada o climatizada.

En el segundo, el agua será filtrada por la osmosis y después será almacenada en el tanque de agua tratada. Se podrá obtener desde una de las válvulas ubicadas en la bacha. Esta salida se indica con la flecha azul 2.1 llamada agua tratada.

Por último, el sistema puede brindar agua climatizada, siendo solamente agua cruda, es decir sin tratar. El H₂O pasa desde el tanque a una bomba presurizadora, esta última es la encargada de elevar la presión, para vencer la pérdida de carga que existe en el tanque de calentamiento, logrando como resultado la circulación forzada del agua. Dicha obtención se indica con la flecha roja 1.2 que se muestra como agua caliente.

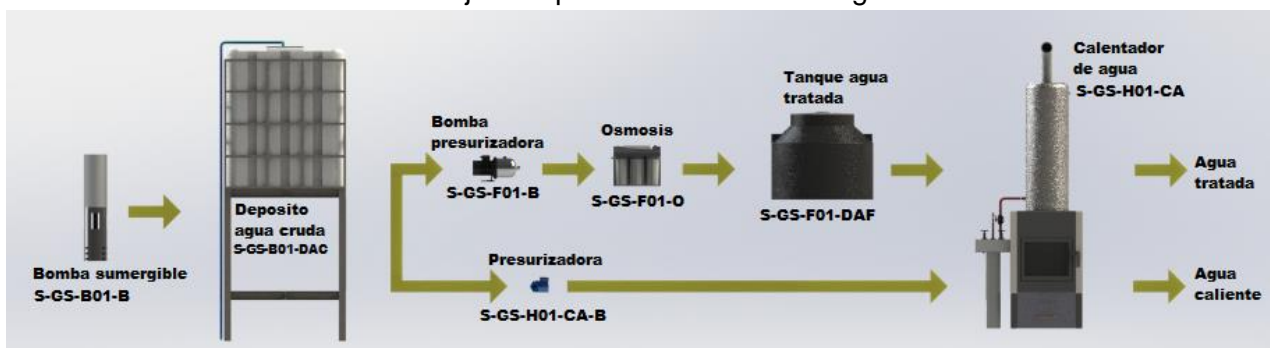


Ilustración 50 Flujo Hidráulico

7.2. S-GS-B01 - Sistema de bombeo

Se realizará el cálculo de la instalación de agua del sistema, partiendo de la extracción de agua de las napas mediante una bomba sumergida, hasta el tratamiento de la misma para que sea apta para el consumo humano.

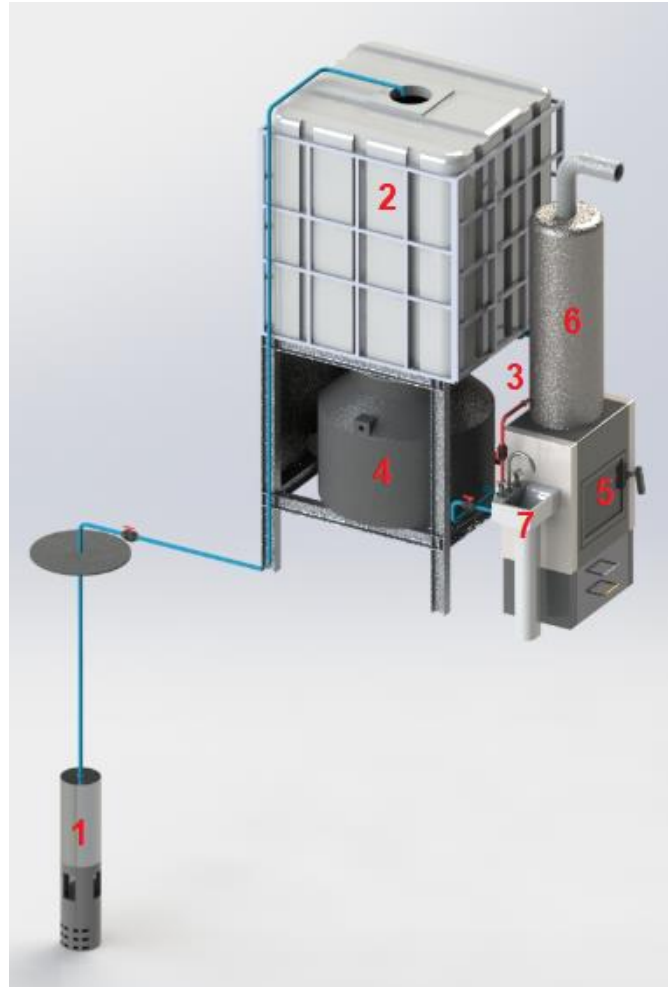
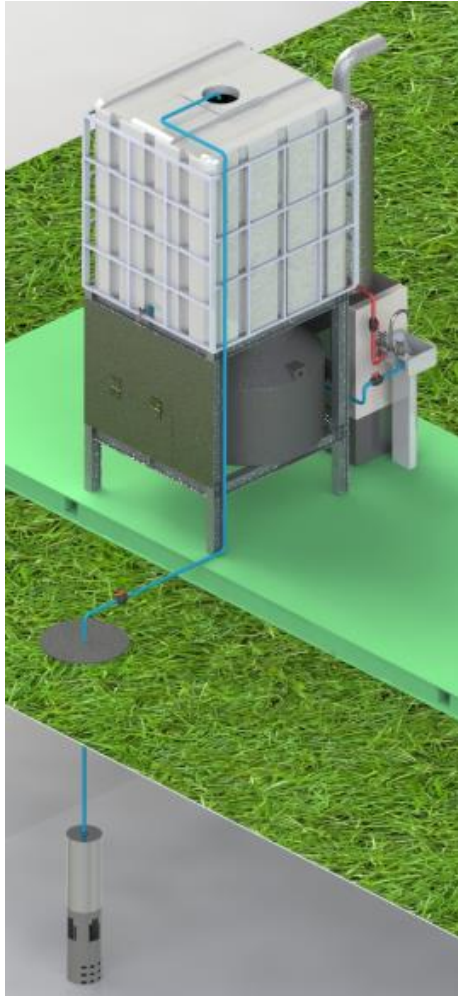


Ilustración 52 Representación del sistema de bombeo Ilustración 51 Enumeración de elementos

Descripción de la ilustración anterior.

- 1) **B01-B** Bomba de agua sumergible.
- 2) **B01-DAC** Depósito de agua cruda.
- 3) **F01** Filtrado de agua por Osmosis.
- 4) **F01-DAF** Depósito de agua filtrada.
- 5) **H01** Horno a leña.
- 6) **CA** Climatización de agua.
- 7) **H01-P** Pileta de abastecimiento.

7.2.1. S-GS-B01-B - Bomba de extracción de agua

Se seleccionará una bomba sumergible, para ello previamente se estimarán las pérdidas de carga en los distintos tramos de cañerías.

Grundfos ofrece una gama completa de bombas y motores que, como norma, están fabricados completamente en acero inoxidable según DIN W.-Nr. 1.4301 (AISI 304). De esta forma se garantiza una buena resistencia al desgaste y un menor riesgo de corrosión cuando se bombea agua fría con un contenido pequeño en cloro.

Se tendrá en cuenta el caudal y la columna de agua que deben superar, los cuales se detallan.

$$Q_{bomba} = 1 \frac{m^3}{hs}$$

$$H_{Bomba} = 10,86 m$$

Del catálogo de bombas marca Grundfos, se selecciona:

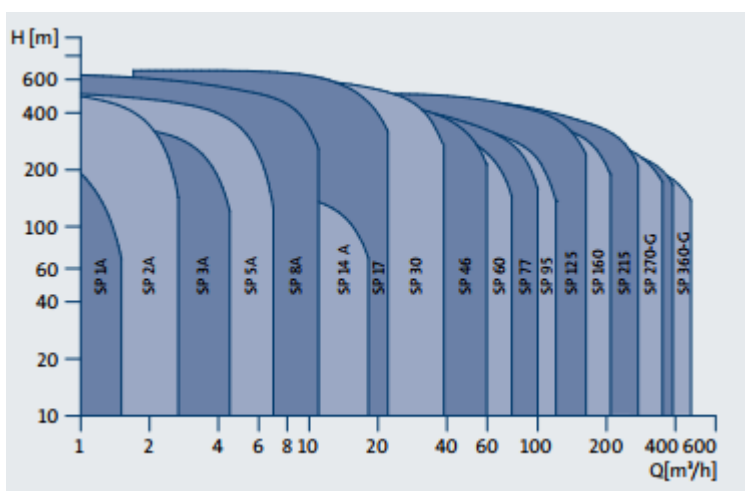


Ilustración 53 Curvas características

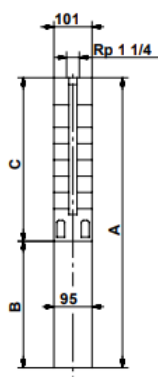


Ilustración 54 S-GS-B01-B Bomba

Datos técnicos

Bombas sumergibles
SP 1A

Dimensiones y pesos



101 mm = Diámetro máximo de la bomba incluyendo el protector del cable y el motor.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]				Peso neto [kg]		
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V		
SP 1A-9	MS 402	0.37	344	256	226	600	570	11	9
SP 1A-14	MS 402	0.37	449	256	226	705	675	12	10
SP 1A-18	MS 402	0.55	533	291	241	824	774	14	12
SP 1A-21	MS 402	0.55	596	291	241	887	837	14	12
SP 1A-28	MS 402	0.75	743	306	276	1049	1019	16	15
SP 1A-36	MS 402	1.1	956	346	306	1302	1262	25	23
SP 1A-42	MS 402	1.1	1082	346	306	1428	1388	27	25
SP 1A-50	MS 402	1.5	1250	346	346	1596	1596	30	29
SP 1A-57	MS 402	1.5	1397	346	346	1743	1743	32	32

Ilustración 55 Características de bomba sumergible seleccionada

7.2.2. S-GS-B01-DAC - Depósito de agua cruda

Se incorpora un depósito para el almacenamiento del agua cruda, el mismo contempla las siguientes características.

Capacidad para 1000 litros

Dimensiones:

Ancho = 1 m

Alto = 1,2 m

Altura = 1,16m



Ilustración 56 S-GS-B01-DAC Depósito seleccionado

7.3. S-GS-F01 - Purificación de agua

De la empresa Pura se seleccionará una osmosis para que se encargue del tratamiento del agua extraída. La cual se detalla a continuación.

PURA Oi START está pensando para abastecer un flujo continuo, para verter directamente en una máquina o tanque. Con una capacidad máxima de 400 litros diarios. PURA Oi START brinda agua de la más elevada calidad, eliminando de esta todos aquellos compuestos dañinos, entre los que se encuentran: Arsénico, Metales Pesados, Flúor, Virus y Bacterias, Nitratos y Nitritos, entre otros, dejando los minerales que son beneficiosos para nuestro organismo.

PURA Oi STAGE consta de un mantenimiento anual de recambio de las tres etapas inferiores, comprendidas en el Pack1.

Y un mantenimiento trianual (cada 3 años) de recambio de membrana.

Características

Marca: Pura.

Modelo: Pura Oi Start.

Tipo de dispositivo: Purificador.

Eliminación de sustancias: Cloro, Arsénico, Cloraminas, Trihalometanos.

Método de filtración: Ósmosis Inversa.

Vida útil: 36 meses.

Eliminación de cloro: 99.9 %.

Presión mínima de agua de entrada: 2 bares.

Presión máxima de agua de entrada: 8 bares.

Peso: 10 kg.



Ilustración 57 S-GS-F01-O Osmosis Seleccionada

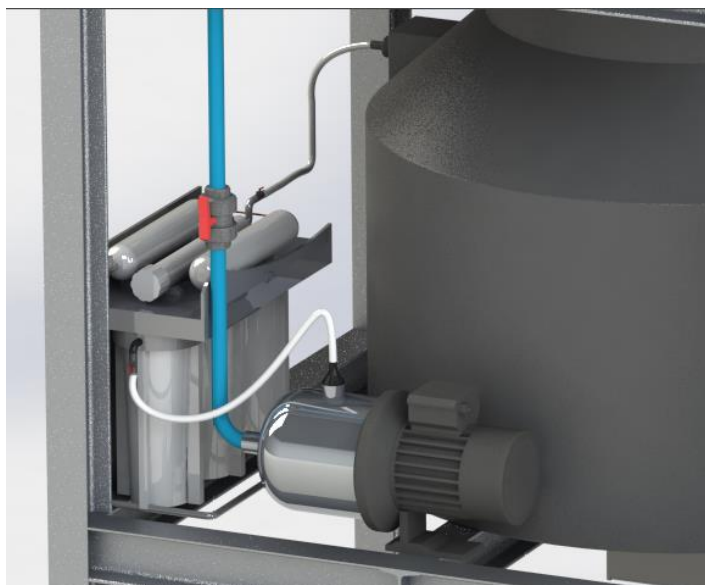


Ilustración 58 Sistema de purificación de agua

7.3.1. S-GS-F01-B - Bomba para la osmosis

Si bien la osmosis cuenta con una bomba booster, esta requiere una presión de entrada (2-8 bares) la cual no se obtiene con la altura del tanque.

Para esto se selecciona una bomba de la marca Altamira, que presuriza el flujo continuo y es apta para osmosis inversas. Imagen y curvas características se presentan a continuación.



Ilustración 59 Bomba de presurizado

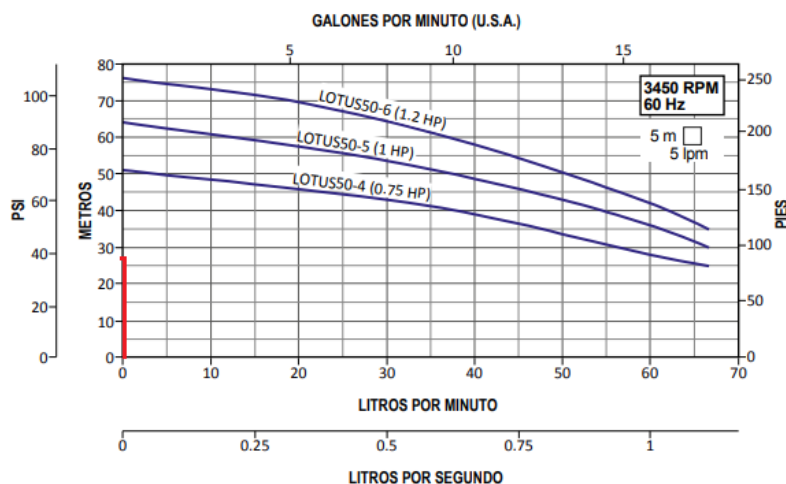


Ilustración 60 Características de bomba

7.3.2. S-GS-F01-DAF - Depósito de agua filtrada

Una vez filtrada el agua debe ser contenida en un depósito aparte, por lo cual se incorpora un tanque para la acumulación de la misma. El mismo debe conservar los litros necesarios para el consumo de varias personas, por tal motivo se estima una capacidad de 400 litros de agua.

El depósito seleccionado tendrá las siguientes características.

Capacidad de 400 litros.

Dimensiones:
Ancho = 850mm
Alto = 1000mm



Ilustración 61 Depósito seleccionado

7.4. S-GS-H01-CA - Climatización de agua

Con la incorporación de un tanque de agua sobre la salida de los gases de escape del horno se aprovecha el calor que estos despiden.

Su diseño está basado, para ser ubicado sobre la parte superior del horno, y tendrá una capacidad aproximada de 110 litros de agua. Más allá de la temperatura que pueda llegar a alcanzar el agua en su interior, bastará con acondicionarla para su uso doméstico.

En la siguiente ilustración se pueden identificar las distintas partes que componen el sistema de climatización de agua, enumerando cada una de ellas.

1. Horno a leña
2. Tanque climatizador de agua
3. Bomba de elevación
4. Ingreso de agua fría
5. Salida de agua caliente
6. Salida de gases
7. Suministros de agua

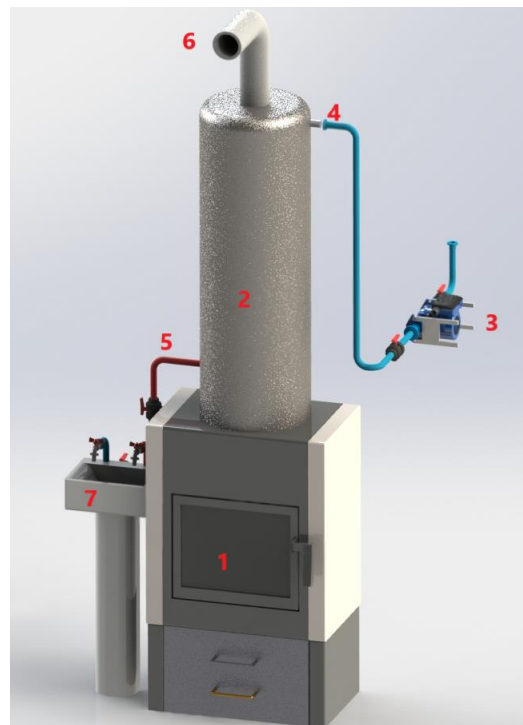


Ilustración 62 Sistema de climatización de agua

7.4.1. S-GS-H01-CA-B - Bomba de elevación

Para compensar la altura del tanque se incorpora una bomba BOOSTER, que nos facilita la alimentación de agua con una pequeña elevación de la presión. Este equipo funciona automáticamente, por lo que se accionará en el momento que empiece a circular el fluido en cuestión.

La Bomba seleccionada es una UPA 120 Home Booster de la Marca Grundfos.

Características:

- Tensión de alimentación 220 V.
- Presión máxima 6 bar.
- Temperatura máxima de 40°C.
- Altura de elevación 2 mH₂O.



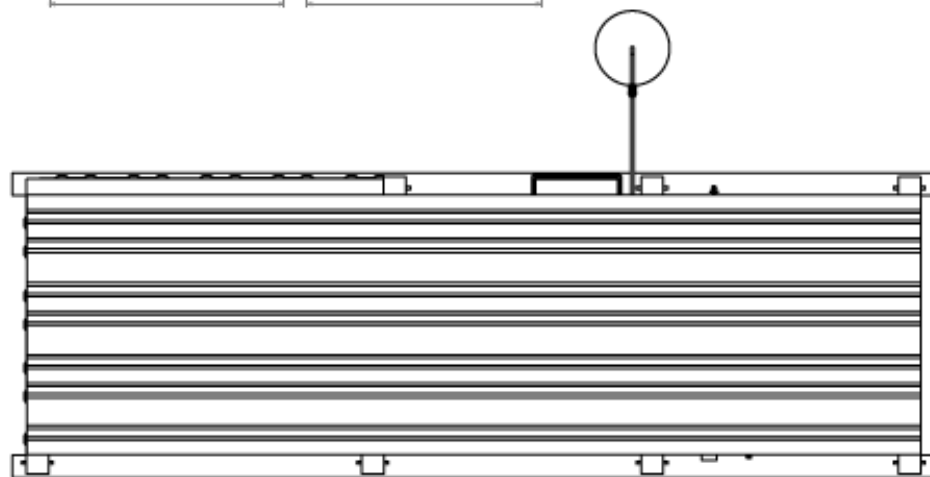
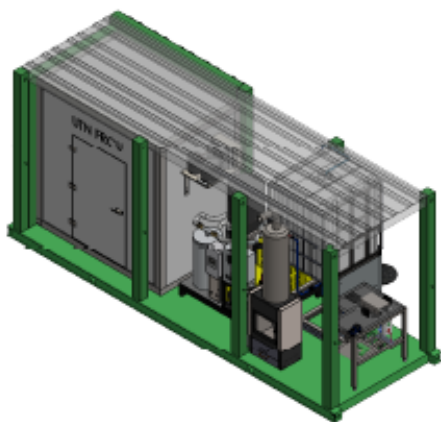
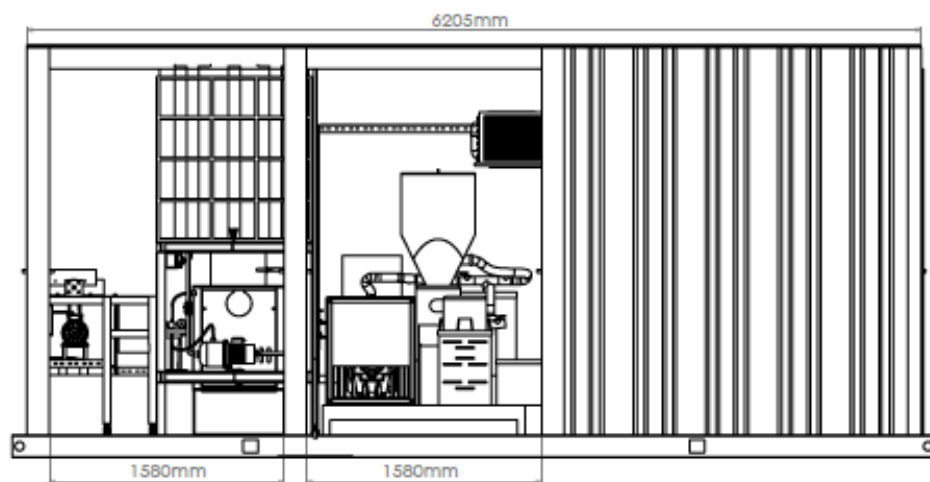
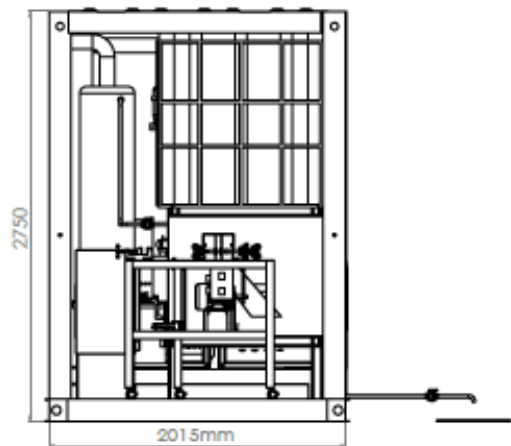
Ilustración 63 Bomba Booster

Planimetría

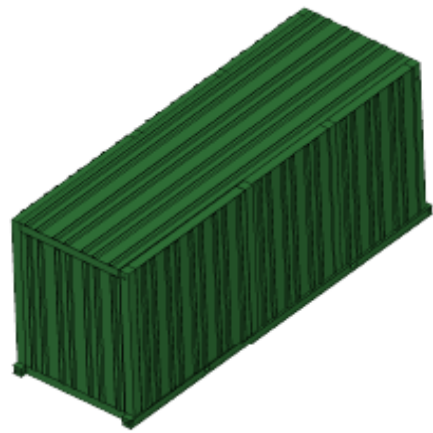
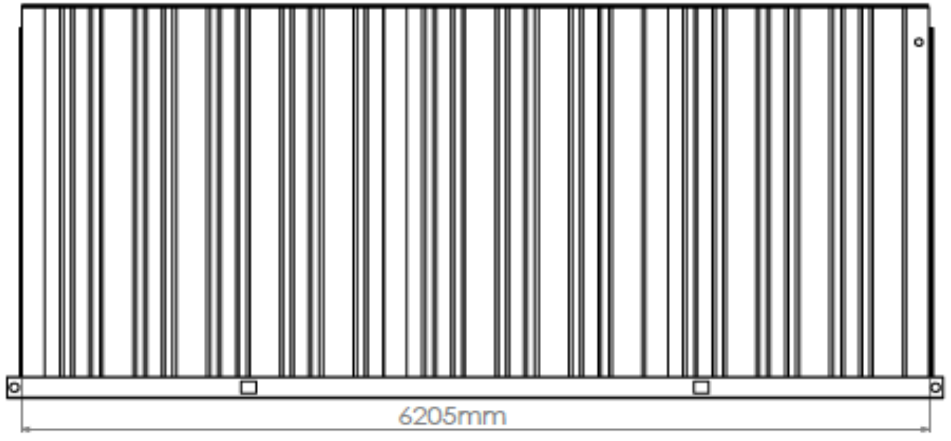
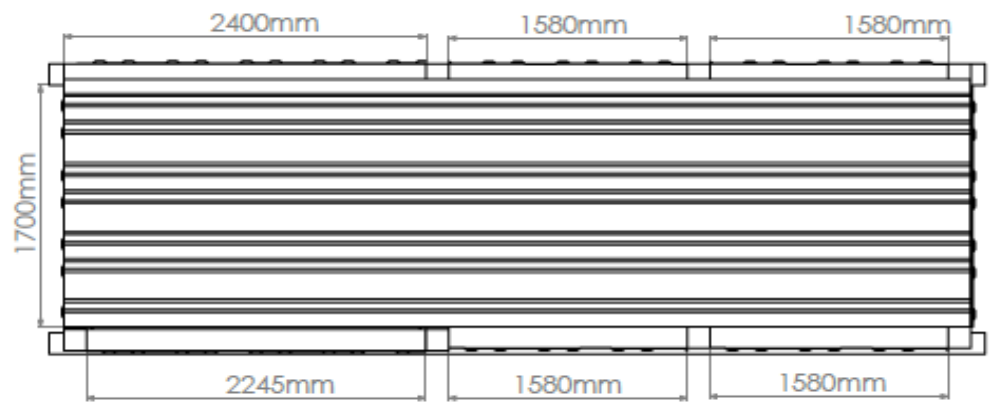
La siguiente planilla contiene la información y clasificación de los planos que se exhiben para su mejor interpretación y ubicación.

Listado de planos

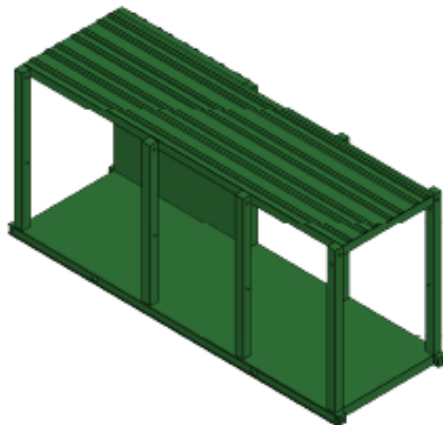
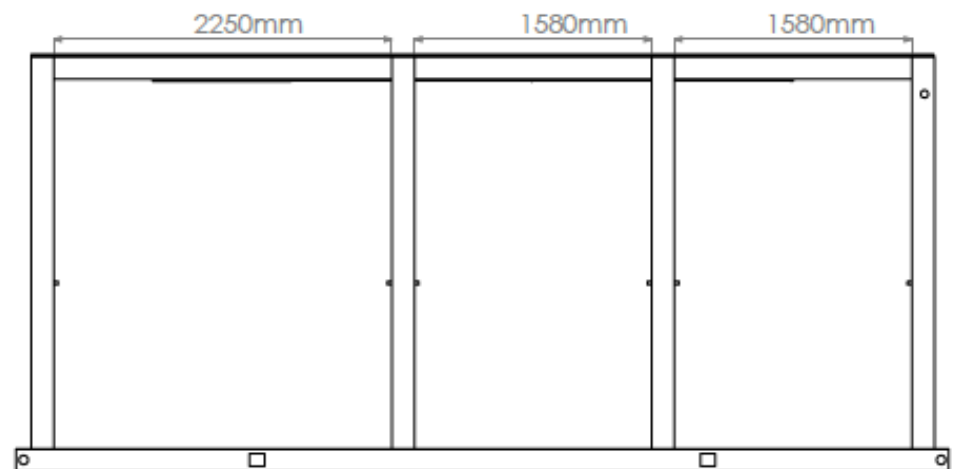
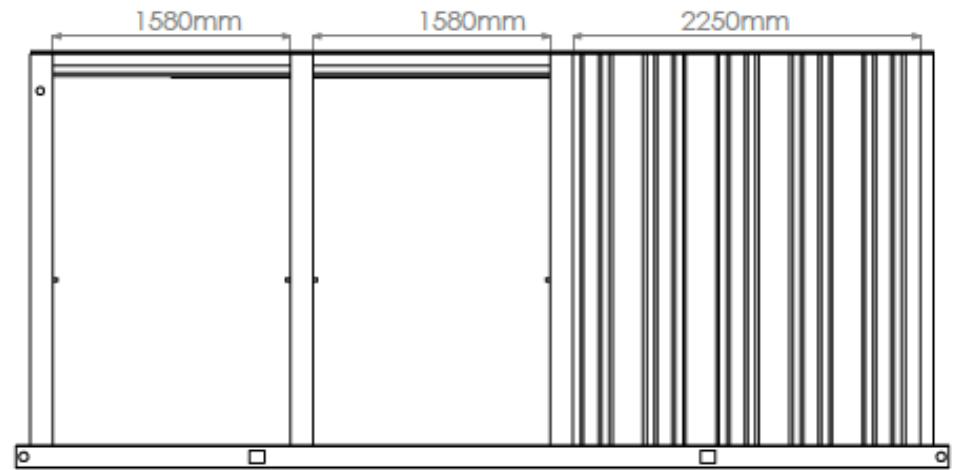
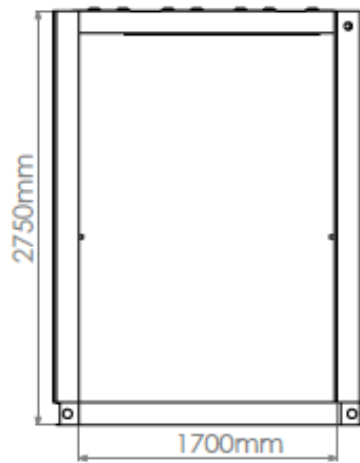
Sistema Generador de Servicios				
Código Plano	Código Pieza	Título	Tipo de plano	Detalle
01-M-vp	S-GS-01	Generador de servicios	Vistas principales	Medidas generales
02-F-mod	S-GS-C02-02	Container	Modificaciones	Modificaciones de las diferentes aberturas del container
03-M-Aber	S-GS-C02-03	Container-2	Aberturas	Segunda vista con aberturas
04-F-Puerta1	S-GS-P1-04	Puerta tipo 1	Vistas principales	Dimensiones de la puerta tipo 1
05-F-Puertatipo2	S-GS-P2-05	Puertas tipo 2	Vistas principales	Dimensiones de 4 puertas. Son iguales
06-F-Puertatipo3	S-GS-P3-06	Puerta tipo 3	Vistas principales	Dimensiones de la puerta tipo 3
07-Cámara	S-GS-R01Ca-07	Cámara Frigorífica	Vistas principales	Dimensiones de la cámara
08-M-Gasificador	S-GS-DG01-08	Gasificador generador	Vistas principales	Dimensiones del gasificador
09-M-TanAC	S-GS-B01-DAC-09	Tanque agua cruda	Vistas principales	Dimensiones de torre y tanque
10-F-CalA	S-GS-H01-CA-10	Calentador de agua	Vistas principales	Dimensiones
11-Mtrab	S-GS-MT-01-M-11	Mesa de trabajo	Vistas principales	Dimensiones de la mesa
12-EjeS	S-GS-MT-SB-T-E	Eje sierra de banco	Vistas principales	Dimensiones
13-TorreD	S-GS-B01-TD	Torre depósitos	Vistas generales	Dimensiones
14-DepAC	S-GS-H01-DAC-10	Depósito de agua caliente	Vistas generales	Dimensiones
15-DiagEAP	S-GS-DEPA	Diagrama eléctrico de potencia automático	Sistema eléctrico	
16-DiagEAM	S-GS-DEMA	Diagrama eléctrico de mando automático	Sistema eléctrico	
17-DiagEAG	S-GS-DEGA	Diagrama eléctrico Gráfico automático	Sistema eléctrico	
15-DiagEMP	S-GS-DEPM	Diagrama eléctrico de potencia manual	Sistema eléctrico	
16-DiagEMM	S-GS-DEMM	Diagrama eléctrico de mando manual	Sistema eléctrico	
17-DiagEMG	S-GS-DEPM	Diagrama eléctrico Gráfico manual	Sistema eléctrico	



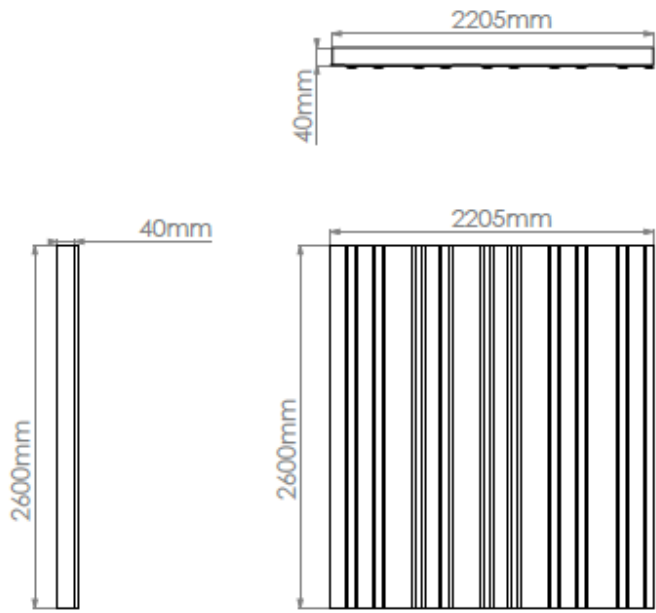
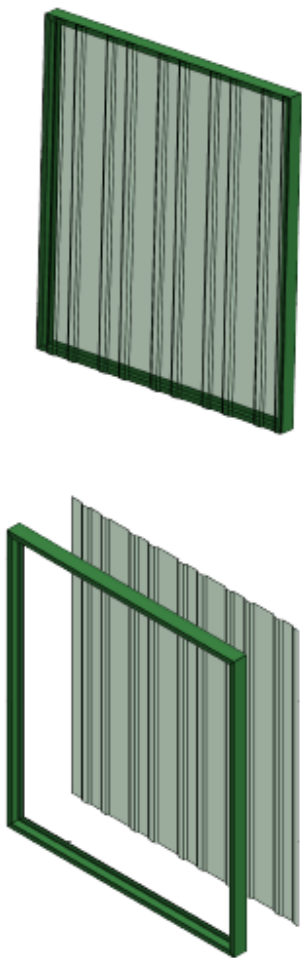
	FECHA	NOMBRE	Ing. PUENTE, GUSTAVO.	Universidad Tecnológica Nacional (UTN)
	DIB.	L.D.S	ING. DE CARL, ANIBAL	
	REV.	E.I.M		
APR.				
ESCALA	SISTEMA GENERADOR DE SERVICIOS			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
				COD. PLANO:01-4p
TOLER ± 2MM				COD.PIEZA:05-01



	FECHA	HOMBRE	Ing. PUENTE, GUSTAVO.	Universidad Tecnológica Nacional (CdeUTN)
	DISE.	L.D.S.	ING. DE CARLI, ANIBAL	
	REV.	E.I.M.		
APR.				Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
ESCALA	<h2>Contenedor modificado</h2>			COD. PLAN002-Mod
				COD. PIEZA-S-SG-02
TOLER. ± 0.3MM				

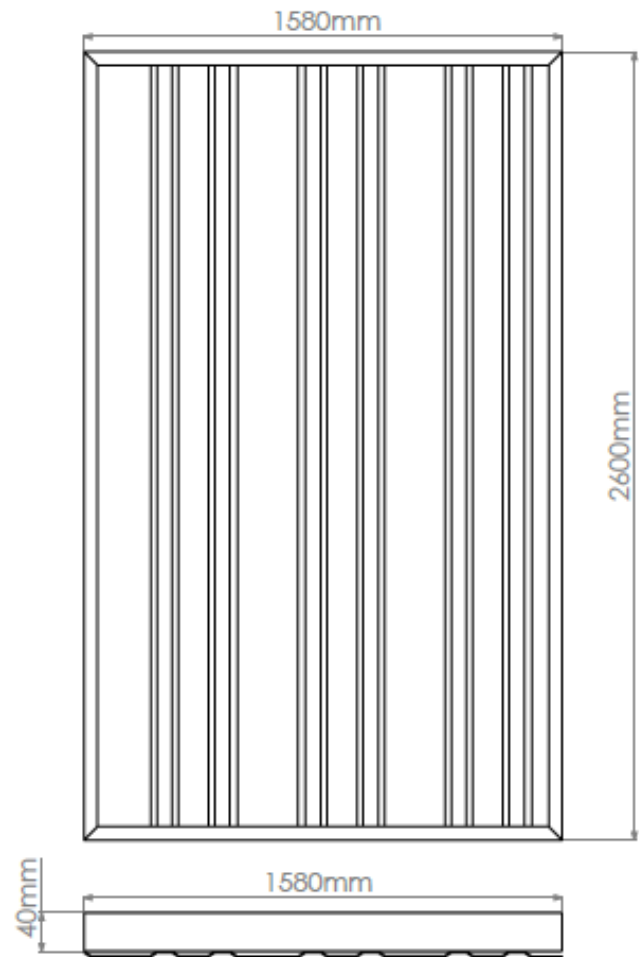
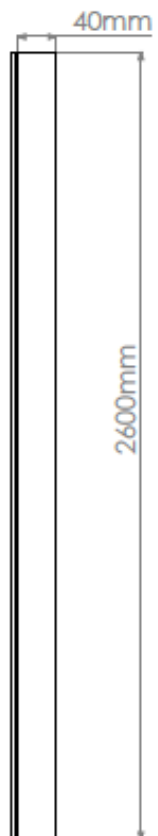
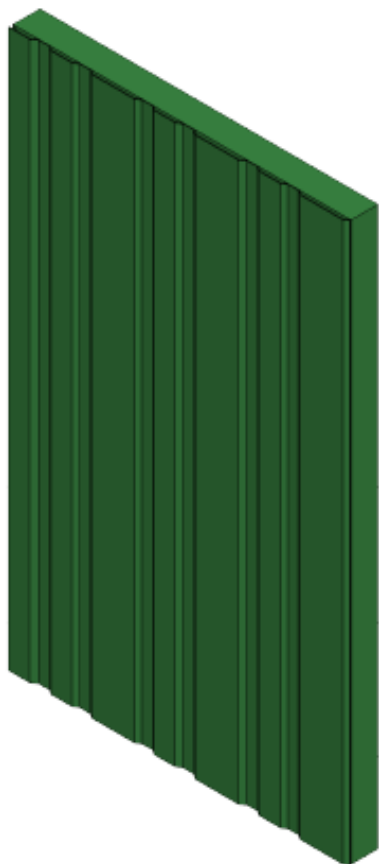


	FECHA	NOMBRE	Ing. FUENTE, GUSTAVO.	Universidad Tecnológica Nacional (CdtelU)
	DIB.	L.D.S	ING. DE CARLI, ANIBAL	
	REV.	E.J.M		
	APR.			
ESCALA	Conteiner con aberturas			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
TOLER ±.2MM				COD. PLANO: 03-Aber
				COD.PIEZA: S-SG-C02

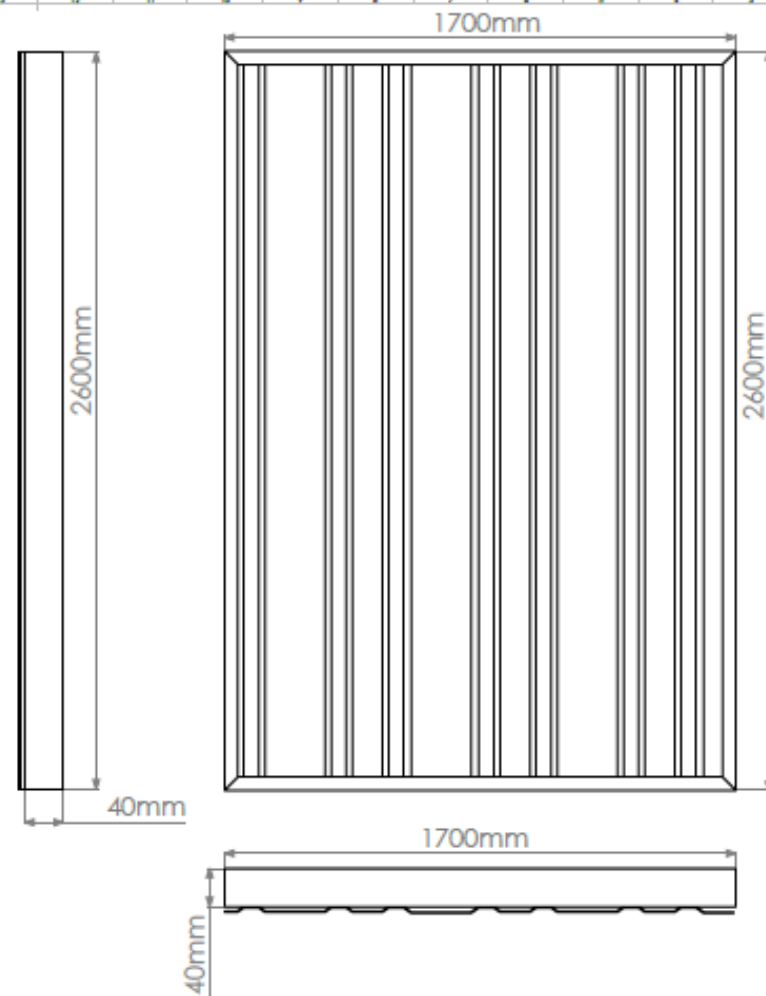
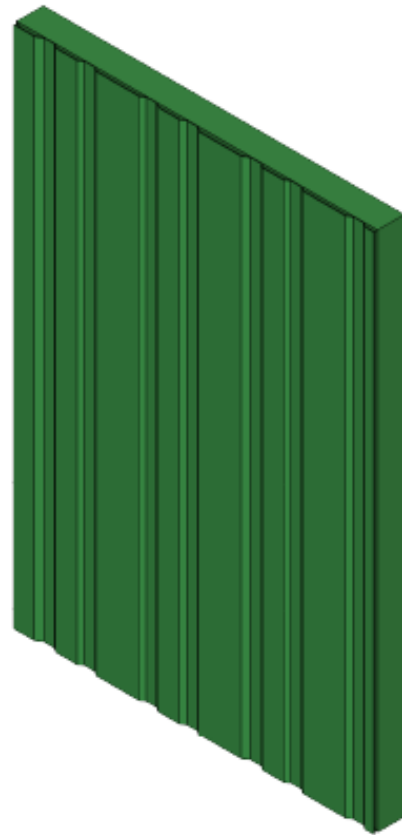


Materiales:
 Caños estructurales 40x40x3 ASTM A53
 Cerradura pasador
 Visagra
 Chapa trapezoidal T101 Prepintadas

	FECHA	NOMBRE	Ing. PUENTE, GUSTAVO. ING. DE CARU, ANBAL	Universidad Tecnológica Nacional (CdeU)
	DISE.	L.D.S		
	REV.	E.L.M		
	APR.			
ESCALA	Puerta 1		Proyecto Final Ingeniería Electromecánica	
			COD. PLANO: 04-Puerta1	
TOLER ±.3MM			COD. PIEZA: S-GS-P1-04	

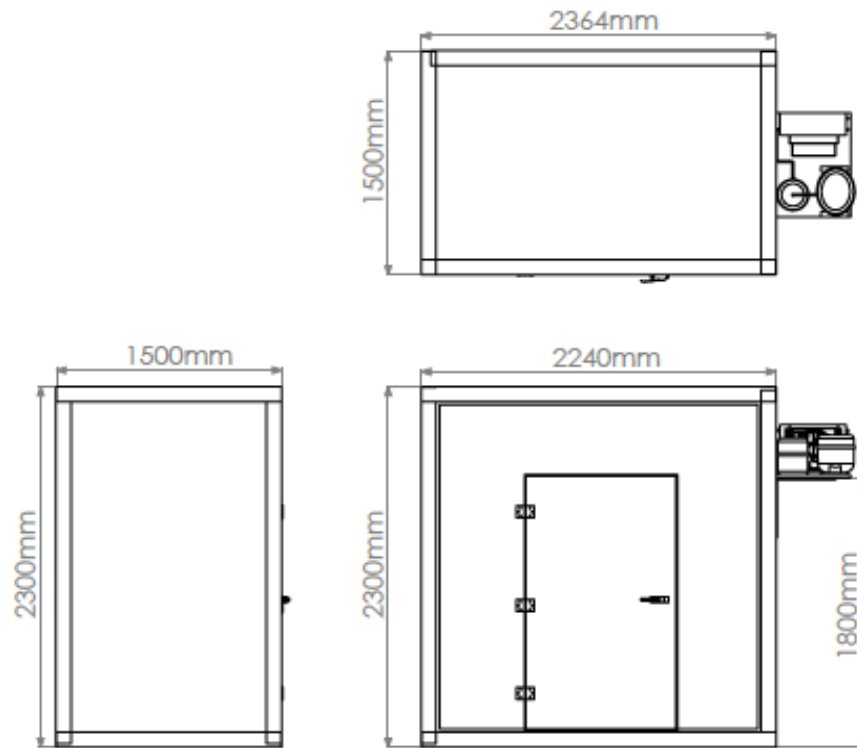
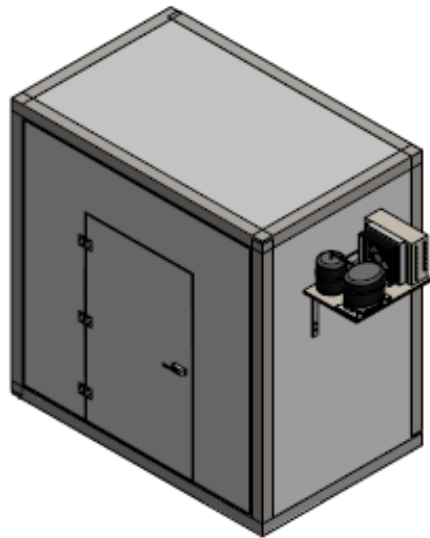


	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (CdeU)
	DIB.	L.D.B	ING. DE CARLL ANBAL	
	REV.	E.J.M		Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
	APR.			COD. PLANO: 05-PuertaTipo2
ESCALA	PUELTAS tipo 2			COD. PIEZA: 5-05-P2-05
TOLER ± 2MM				

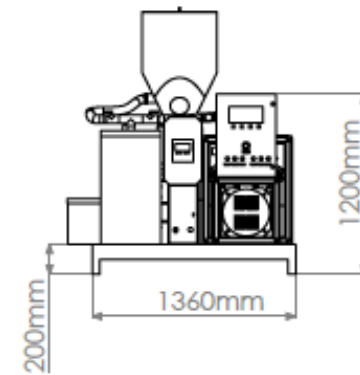
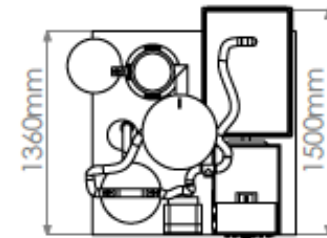
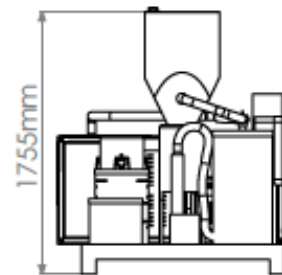
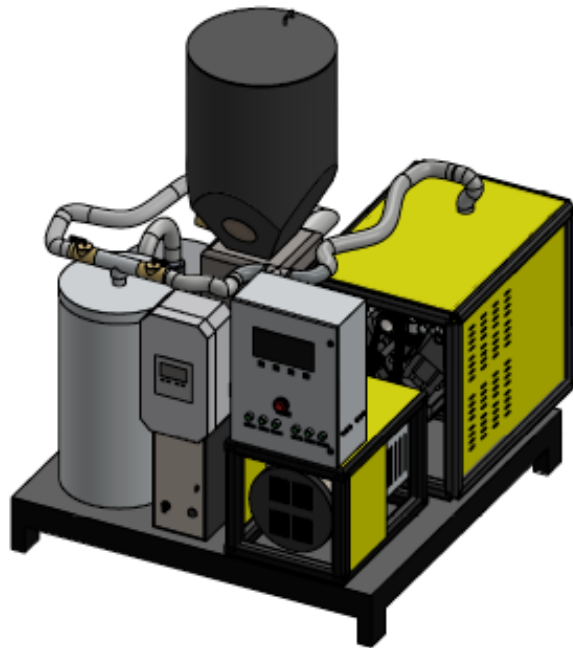


	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (CdeM)
	DIB.	L.D.S	ING. DE CARLI ANBAL	
	REV.	E.J.M		Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
	APR.			COD. PLANO: 06-Puertatipo3
ESCALA	Puerta Tipo 3			COD. PIEZA: 5-GS-P3-06
TOLER				
±.2MM				

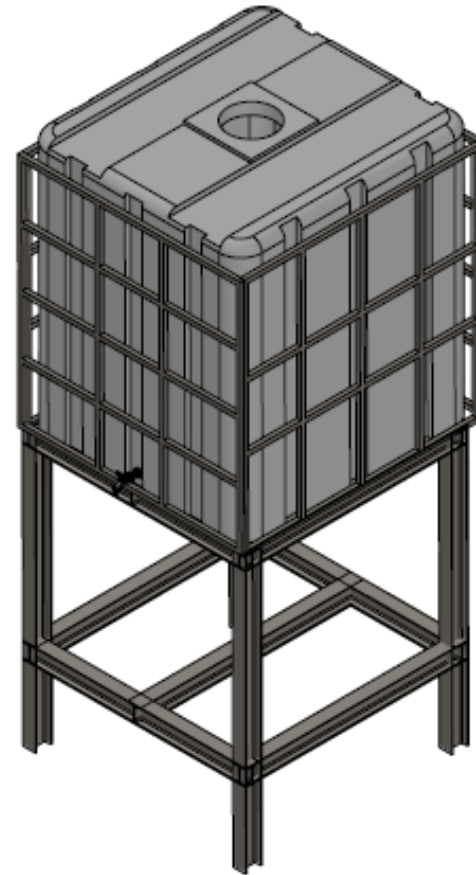
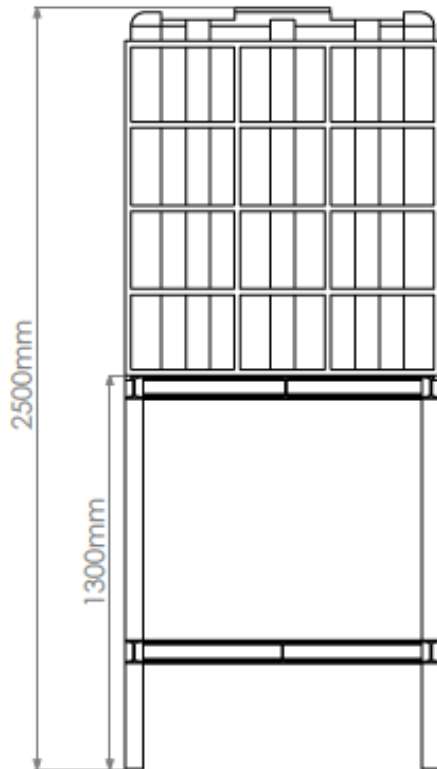
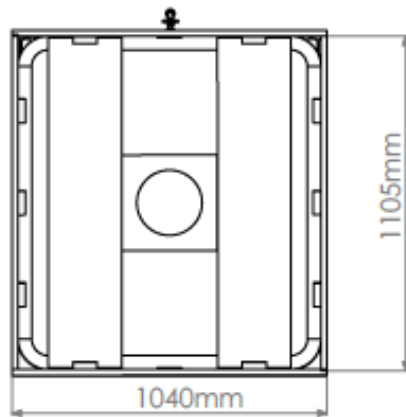
Materiales:
 Paneles con poliestireno expandido 12cm
 Evaporador
 Condensador
 Visagras
 Cerradura



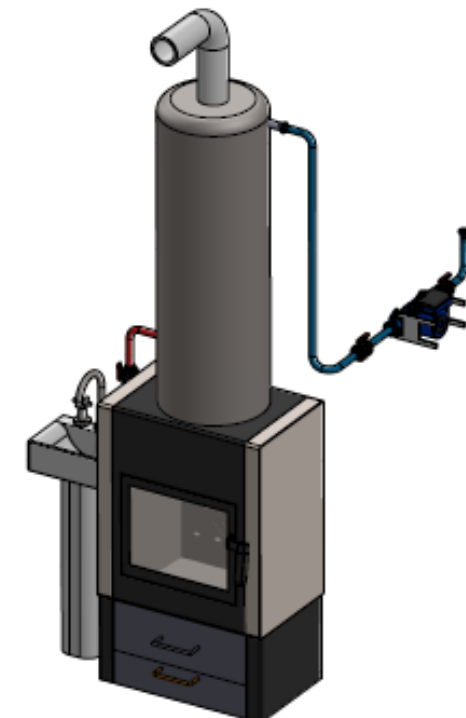
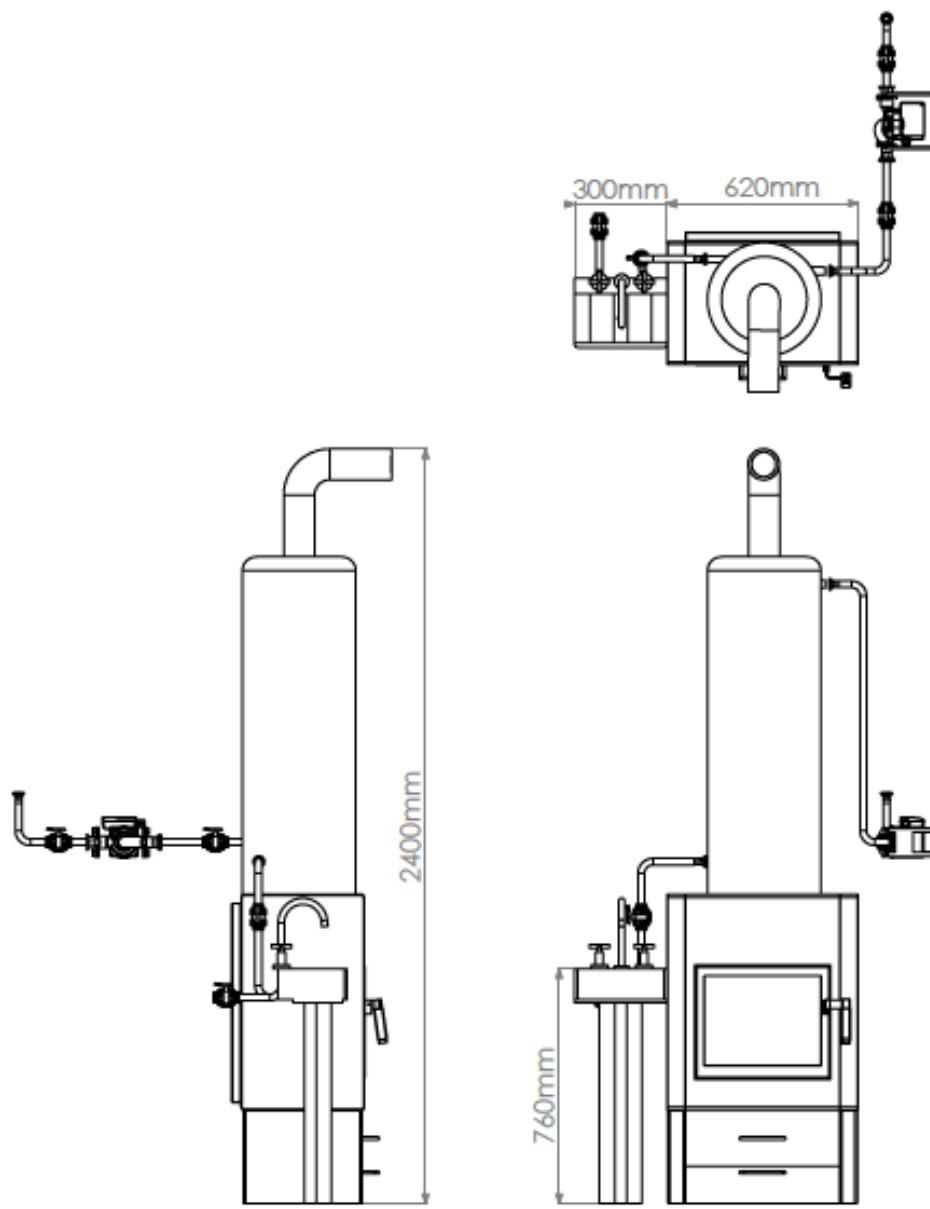
	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (UTN)
	DISE.	L.D.S.		
	REV.	E.I.M.	ING. DE CARIL ANBAL	
	APP.			
ESCALA	Plano cámara Frigorífica			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
TOLER. ±.2MM				COD. PLANO: 07-Cámara
				COD. PIEZA: SGS-CF-07



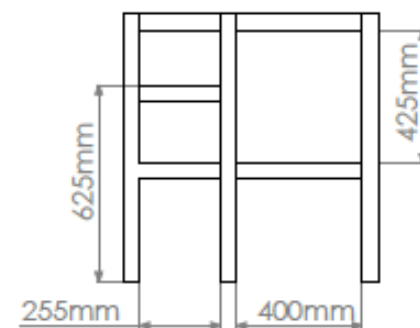
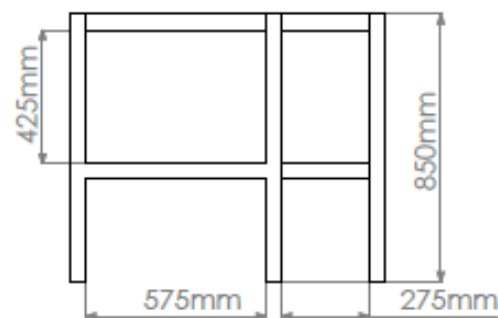
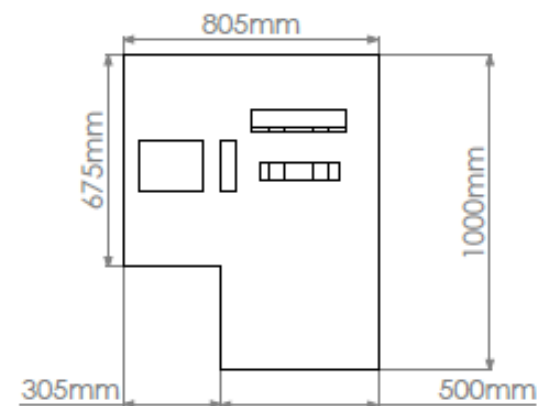
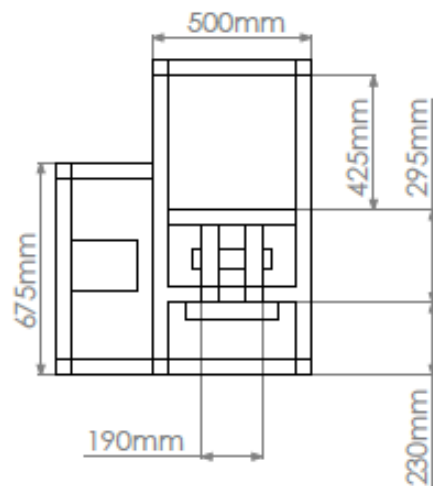
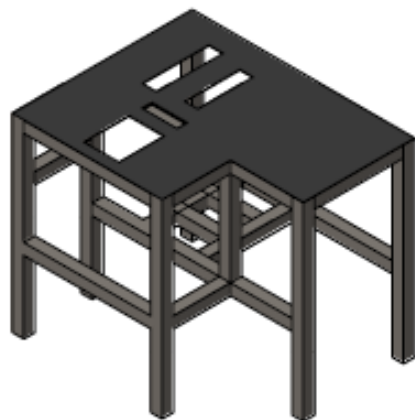
	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (CdeU)
	DIB.	L.D.S		
	REV.	E.L.M	ING. DE CARIL ANBAL	
	APR.			
ESCALA	Gasificador			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
TOLER ±.2MM				
				COD.PIEZA: S-GS-G-08



	FECHA	HOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (CdeT)		
	DIB.	L.D.B	ING. DE CARIL ANBAL			
	REV.	E.J.M				
	APR.					
ESCALA	<h3>Tanque de agua Cruda</h3>			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica		
TOLER +/- 2MM				COD. PLANO: 09-TanAC		
				COD. PIEZA: S-GS-801-DAC-09		

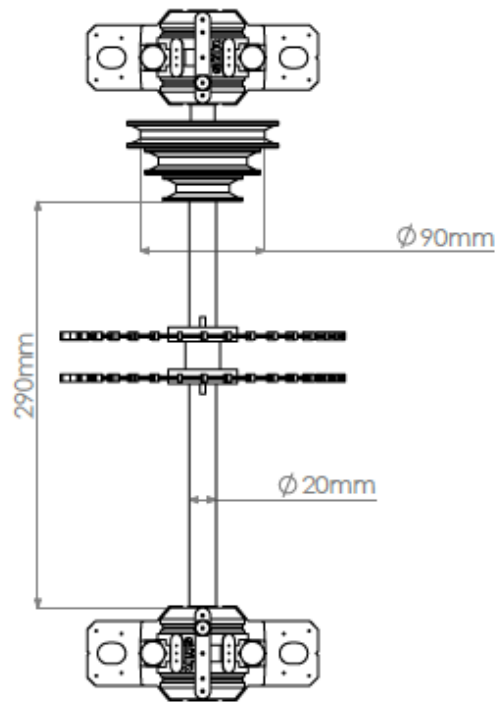
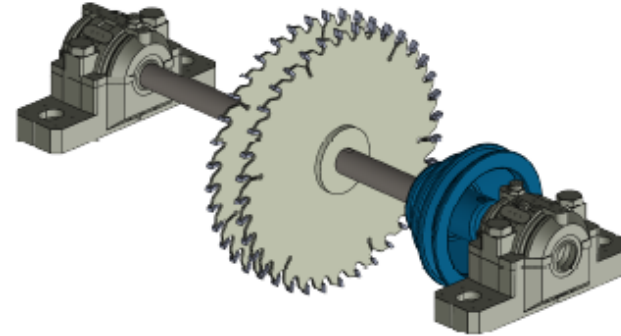
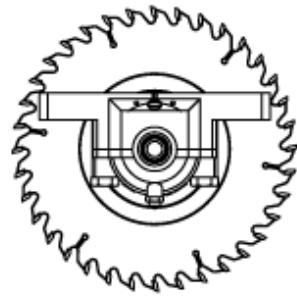


	FECHA	HOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO.	Universidad Tecnológica Nacional (CdeUTN)
	DIB.	L.D.S		
	REV.	E.J.M	ING. DE CARIL ANBAL	
APR.				
ESCALA	<h3>Calentador de agua</h3>			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
				COD. PLANO: 10-Cala
TOLER				COD. PIEZA: S-GS-H01-CA-10
± 2MM				



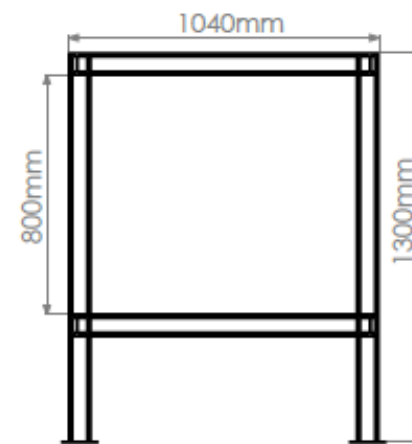
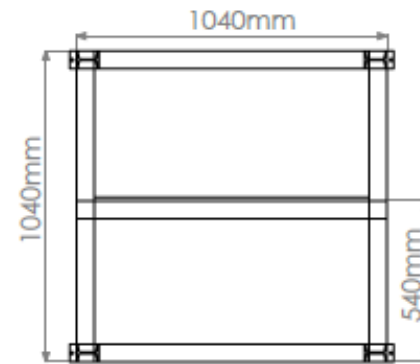
Materiales:
 Caños estructurales 40x40x2 ASTM A53
 Chapa acero negro 3x1.5x3

	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (Cdtu)
	DEL	L.D.S	ING. DE CARLL ANBAL	
	REV.	E.I.M		
APR.				
	Mesa de trabajo			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
				COD. PLANO: 11-Mtrab
TOLER ±.2MM				COD.PIEZA: S-GS-MT-11



Materiales:
 Eje acero SAE 1040 diámetro 20mm
 Chavetas acero laminado en frío SAE 1010
 Rodamientos SKF

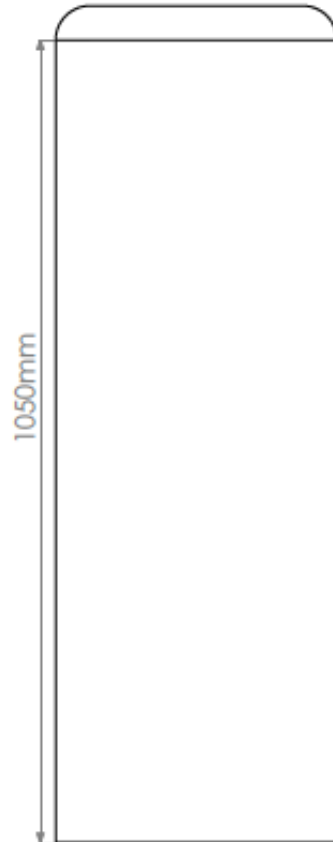
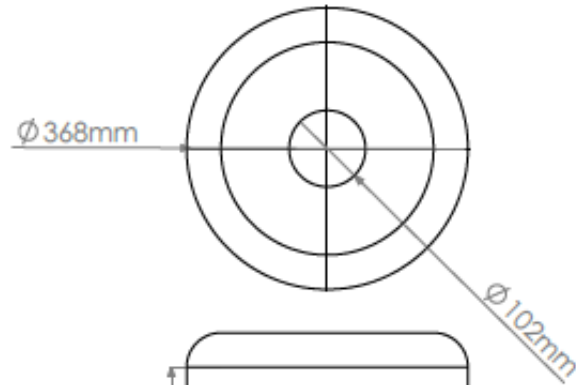
	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (CdeU)
	DEL.	L.D.B.	ING. DE CARIL ANBAL	
	REV.	E.L.M.		
APR.				Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
ESCALA	Eje sierra de banco			COD. PLANO: 12-Eje5
				COD. PIEZA: S-GS-MT-SB-T-E
TOLER +/- 0.2MM				



Materiales:

Hierro estructural IPN 100x50 IRAM IAS U500-511
 Chapa acero negro 3x1.5x2

	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (CdeU)
	DEL	L.D.B		
	REV.	E.L.M	ING. DE CARLI ANBAL	
AFR.				
ESCALA	Torre depositos de agua			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
				COD. PLANO: 13-TorreD
TOLER ±.2MM				COD.PIEZA: 5-03-803-1D



Materiales:

Chapa de acero inoxidable 2.5x1.25x5/8
CODO de acero inoxidable -AISI 304-
 $\varnothing 101.6 \times 1.5$ mm espesor.

	FECHA	NOMBRE	ING. PUENTE, GUSTAVO	Universidad Tecnológica Nacional (CdeU)
	DES.	L.D.B	ING. DE CARL, ANBAL	
	REV.	E.L.M		
APR.				
ESCALA	Depósito Agua Caliente			Proyecto Final Ingeniería Electromecánica
				COD. PLANO: 14-DepAC
TOLER +/- 2MM				COD.PIEZA: 5-65-H01-DAC-10

Índice

5. INGENIERÍA MECÁNICA DE DETALLE	3
5.1. ESTADO DEL ARTE.....	3
5.1.1. <i>Conversión de la biomasa</i>	3
5.1.2. <i>Rutas de transformación de la biomasa</i>	4
5.1.3. <i>Tipos de Gasificadores</i>	4
5.1.4. <i>Ventajas y desventajas</i>	5
5.1.5. <i>Tratamiento del gas</i>	6
5.2. S-GS - DISEÑO DEL GENERADOR DE SERVICIOS.....	7
5.3. S-GS - SISTEMA GENERADOR DE SERVICIOS	8
5.4. S-GS-C01 - CONTENEDOR	8
5.4.1. <i>S-GS-C02 - Modificación del contenedor base</i>	9
5.4.2. <i>S-GS-C02-A - Selección de amortiguadores</i>	10
5.4.3. <i>S-GS-C02-A-P01 - Puerta uno</i>	11
5.4.4. <i>S-GS-C02-A-P02 - Puerta dos</i>	11
5.4.5. <i>S-GS-C02-A-P04 - Puerta cuatro</i>	11
5.4.6. <i>S-GS-C02-CP - Cierre de puertas</i>	12
5.4.7. <i>S-GS-C02-B - Sistema de bisagras de puertas</i>	13
5.4.8. <i>S-GS-C02-P – Pintura</i>	14
8.1. <i>S-GS- TS - Transporte del sistema</i>	15
8.2. <i>S-SG-P - Platea</i>	17
5.5. S-GS-D01 - DIGESTOR-GASIFICADOR.....	18
5.6. S-GS-R01 - CÁMARA DE REFRIGERACIÓN	20
5.6.1. <i>S-GS-R01-Ca – Cámara</i>	21
5.6.2. <i>S-GS-R01-Ca-CR - Ciclo básico de refrigeración</i>	22
5.6.3. S-GS-R01-E - EVAPORADOR.....	23
5.6.4. <i>S-GS-R01-GR - Gas refrigerante</i>	24
5.6.5. <i>S-GS-R01-UC - Condensador</i>	24
5.6.6. <i>S-GS-R01-C - Compresor</i>	25
5.6.7. <i>S-GS-R01-TC - Tuvo capilar</i>	26
5.7. S-GS-MT01 - MESA DE TRABAJO.....	27
5.7.1. <i>S-GS-MT01-M - Mesa de trabajo</i>	28
5.7.2. <i>S-GS-MT01-SM - Sierra eléctrica manual</i>	30
5.7.3. <i>S-GS-MT01-SB - Sierra circular de banco</i>	31
5.8. S-GS-H01 - HORNO	35
6. INGENIERÍA ELÉCTRICA DE DETALLE.....	36
6.1. FLUJO ELÉCTRICO	36
6.2. S-GS-E01 - ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA.....	37
6.3. COMANDO DE BOMBAS	37
6.4. SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS ELÉCTRICOS	38
6.5. S-GS-MT01-CE - CIRCUITO ELÉCTRICO DE MESA DE TRABAJO.....	39
7. INGENIERÍA HIDRÁULICA DE DETALLE.....	40

7.1.	CIRCUITO HIDRÁULICO	40
7.2.	S-GS-B01 - SISTEMA DE BOMBEO	41
7.2.1.	<i>S-GS-B01-B - Bomba de extracción de agua</i>	42
7.2.2.	<i>S-GS-B01-DAC - Depósito de agua cruda</i>	43
7.3.	S-GS-F01 - PURIFICACIÓN DE AGUA	44
7.3.1.	<i>S-GS-F01-B - Bomba para la osmosis</i>	45
7.3.2.	<i>S-GS-F01-DAF - Depósito de agua filtrada</i>	45
7.4.	S-GS-H01-CA - CLIMATIZACIÓN DE AGUA	46
7.4.1.	<i>S-GS-H01-CA-B - Bomba de elevación</i>	47
ÍNDICE		48
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES		50

Índice de ilustraciones

ILUSTRACIÓN 1 CICLO DE LA BIOMASA	3
ILUSTRACIÓN 2 GASIFICADOR TIRO DIRECTO.....	5
ILUSTRACIÓN 3 CICLO DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA	6
ILUSTRACIÓN 4 DIAGRAMA DE FLUJOS GENERAL	7
ILUSTRACIÓN 5 DISPOSICIÓN EN MEDIO DE TRANSPORTE	7
ILUSTRACIÓN 6 CONTENEDOR SELECCIONADO	8
ILUSTRACIÓN 7 TABLA DE DIMENSIONES.....	8
ILUSTRACIÓN 8 ENUMERACIÓN DE PUERTAS.....	9
ILUSTRACIÓN 9 AMORTIGUADOR DE GAS A SELECCIONAR.....	10
ILUSTRACIÓN 10 CONTENEDOR CON SUS PAREDES MODIFICADAS	10
ILUSTRACIÓN 11 DETALLE DE SOLDADURA	13
ILUSTRACIÓN 12 PINTURA TRIPLE ACCIÓN	14
ILUSTRACIÓN 13 DESCARGA MEDIANTE GRÚA	15
ILUSTRACIÓN 14 DESCARGA POR PÓRTICO AUTO PORTANTE.....	16
ILUSTRACIÓN 15 BIOGENERADOR PP20	18
ILUSTRACIÓN 16 CARACTERÍSTICAS DEL BIOGENERADOR	19
ILUSTRACIÓN 17 SIMULACIÓN DEL BIOGENERADOR.....	19
ILUSTRACIÓN 18 SIMULACIÓN DE CÁMARA FRIGORÍFICA.....	20
ILUSTRACIÓN 19 PANELES DE POLIESTIRENO.....	21
ILUSTRACIÓN 20 CICLO DE REFRIGERACIÓN.....	22
ILUSTRACIÓN 21 DIAGRAMA T-S.....	22
ILUSTRACIÓN 22 CARACTERIZACIÓN DEL EVAPORADOR	23
ILUSTRACIÓN 23 EVAPORADOR	23
ILUSTRACIÓN 24 PROPIEDADES DEL REFRIGERANTE	24
ILUSTRACIÓN 25 REPRESENTACIÓN DE TRABAJO	23
ILUSTRACIÓN 26 COMPRESOR.....	26
ILUSTRACIÓN 27 DATOS DE TRABAJO.....	26
ILUSTRACIÓN 28 CARACTERÍSTICAS DEL COMPRESOR SELECCIONADO	26
ILUSTRACIÓN 29 MESA DE TRABAJO EQUIPADA PROPUESTA	27
ILUSTRACIÓN 30 MESA PROPUESTA	28
ILUSTRACIÓN 31 CIERRA ARTICULADA MANUAL	30
ILUSTRACIÓN 32 CIERRA CIRCULAR	31
ILUSTRACIÓN 33 CORREA.....	32
ILUSTRACIÓN 34 POLEA.....	32
ILUSTRACIÓN 35 EJE ENSAMBLADO.....	32
ILUSTRACIÓN 36 SIMULACIÓN DEL EJE	33
ILUSTRACIÓN 37 CHAVETAS.....	34
ILUSTRACIÓN 38 UBICACIÓN DE LAS CHAVETAS	34
ILUSTRACIÓN 39 SOPORTE DE PIE	34
ILUSTRACIÓN 40 SIMULACIÓN DEL HORNO.....	35
ILUSTRACIÓN 41 HORNO A LEÑA SELECCIONADO	35
ILUSTRACIÓN 42 DIAGRAMA DE FLUJO ELÉCTRICO	36
ILUSTRACIÓN 43 SISTEMA DE MANDO AUTOMÁTICO	37

ILUSTRACIÓN 44 CONTACTOR	38
ILUSTRACIÓN 45 RELÉ TÉRMICO	38
ILUSTRACIÓN 46 LÁMPARA	38
ILUSTRACIÓN 47 FUENTE DE TENSIÓN.....	39
ILUSTRACIÓN 48 CONTROL DE NIVEL	39
ILUSTRACIÓN 49 COMANDO ELÉCTRICO	39
ILUSTRACIÓN 50 FLUJO HIDRÁULICO	40
ILUSTRACIÓN 51 ENUMERACIÓN DE ELEMENTOS	41
ILUSTRACIÓN 52 REPRESENTACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO.....	41
ILUSTRACIÓN 53 CURVAS CARACTERÍSTICAS.....	42
ILUSTRACIÓN 54 S-GS-B01-B BOMBA SELECCIONADA.....	42
ILUSTRACIÓN 55 CARACTERÍSTICAS DE BOMBA SUMERGIBLE SELECCIONADA	43
ILUSTRACIÓN 56 S-GS-B01-DAC DEPÓSITO SELECCIONADO	43
ILUSTRACIÓN 57 S-GS-F01-O OSMOSIS SELECCIONADA.....	44
ILUSTRACIÓN 58 SISTEMA DE PURIFICACIÓN DE AGUA.....	45
ILUSTRACIÓN 59 BOMBA DE PRESURIZADO	45
ILUSTRACIÓN 60 CARACTERÍSTICAS DE BOMBA	45
ILUSTRACIÓN 61 DEPÓSITO SELECCIONADO	46
ILUSTRACIÓN 62 SISTEMA DE CLIMATIZACIÓN DE AGUA.....	46
ILUSTRACIÓN 63 BOMBA BOOSTER.....	47

2018

Aprovechamiento Energético de Biomosas en Zonas Aisladas

MEMORIA DE CÁLCULO

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción Del Uruguay

AUTORES: BONNIN, LUCAS; MONZÓN, EMANUEL.

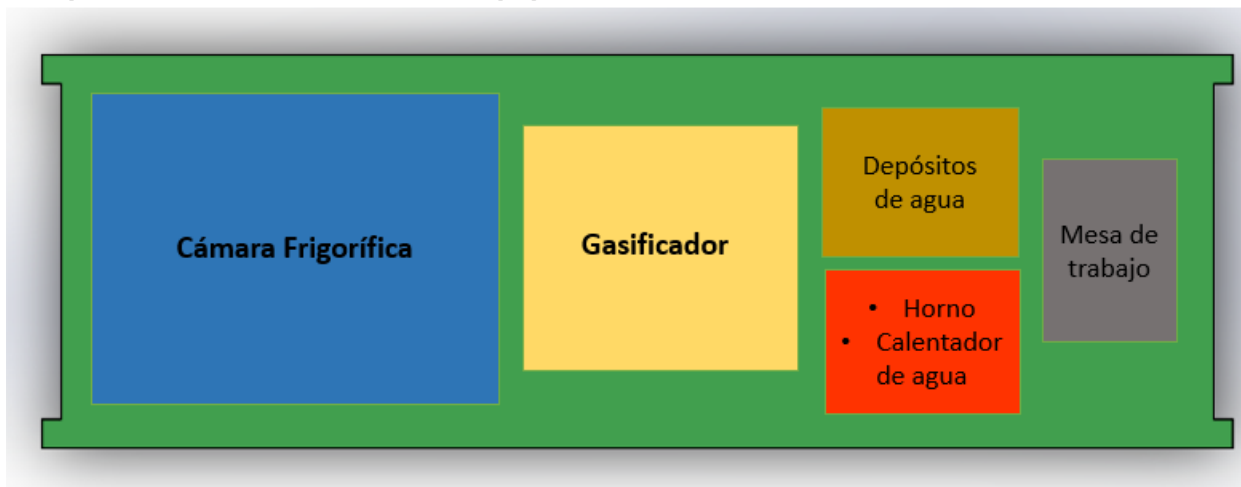
Contenido

8. MEMORIAS DE CÁLCULOS	2
8.1. S-GS - DISEÑO DEL SISTEMA	2
8.2. S-GS-C02 - DISEÑO DEL CONTENEDOR	2
8.3. S-GS-D01 – DIGESTOR GASIFICADOR	13
8.4. S-GS-R01-CA - CALCULO DE CÁMARA	14
8.5. S-GS-B01 - SISTEMA DE BOMBEO	33
8.6. S-GS-F01 - PURIFICACIÓN DE AGUA	41
8.7. S-GS-H01 - HORNO	48
8.9. S-GS-E01 - ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	52
8.10. S-GS-MT01 - MESA DE TRABAJO.....	68
8.11. ESTIMACIÓN DE COSTOS	87
8.12. ESTIMACIÓN DE AMORTIZACIÓN.....	88
ÍNDICE.....	90
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	92
9. MANTENIMIENTO.....	2
9.1.1. LISTADO DE MANUALES	2
9.1.2. S-GS-R01-CA – CÁMARA FRIGORÍFICA:	2
9.1.3. S-GS-D01 - DIGESTOR-GASIFICADOR	4
9.1.4. SIERRA CIRCULAR	4
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	4
9.1.5. BOMBA PRESURIZADORA	5
9.1.6. S-GS-F01-B BOMBA BOOSTER.....	8
9.1.7. S-GS-B01-B - BOMBA DE EXTRACCIÓN DE AGUA	8
9.1.8. DEPÓSITOS DE AGUA.....	10
9.1.9. OSMOSIS	11
9.1.10. S-GS-H01 – HORNO.....	12
9.2. ESTIMACIÓN DE PESO DEL CONTENEDOR	14
9.3. S-SG-P - PLATEA	0
10. ANEXOS COMPLEMENTARIOS	2
10.1. GLOSARIO.....	2
10.2. VOCABULARIO	3
10.3. BIBLIOGRAFÍA	4
10.4. ABREVIATURAS	5
10.5. SOFTWARE.....	6
10.6. CODIFICACIÓN	7

8. MEMORIAS DE CÁLCULOS

8.1. S-GS - Diseño del sistema

Croquis de la distribución de los equipos



En el croquis anterior se representa a grandes rasgos la distribución de los equipos dentro del contenedor que ha sido seleccionado como base.

8.2. S-GS-C02 - Diseño del contenedor

Primeramente se selecciona un contenedor estándar de la empresa **Conteplus**, de las dimensiones detalladas en la tabla de características que brinda el fabricante.

20 PIES STANDARD (DRY CARGO) 20' X 8' X 6'
Tara: 2210 - 2400 kg / Carga Máxima 21700 - 28240 kg / Capacidad Cubica 33.3m³

MEDIDAS	EXTERNA		INTERNA		PUERTA ABIERTA	
	Metros	Pies	Metros	Pies	Metros	Pies
LARGO	6.05	20'	5.90	19'4"		
ANCHO	2.43	8'	2.34	7'8"	2.33	7'8"
ALTO	2.59	8'6"	2.40	7'10"	2.29	7'6"

Una vez seleccionado, se procede a la modificación de sus paredes las cuales serán removidas y convertidas en puertas de apertura por elevación. Solo llevara puertas donde sea necesario el acceso a los equipos, por esto nos quedará el extremo del container donde se encuentra la cámara con dos lados sin modificaciones.

Las puertas estarán diseñadas por los mismos paneles de chapa cortados del container (chapa plegada de 3mm de espesor), reforzados en sus extremos por caño estructural de 40x40. En el cual se fijarán las sujeciones de los amortiguadores.

Los amortiguadores de gas que se utilizarán en las puertas serán 2 (dos) por cada una de ellas. La determinación del tipo y modelo de amortiguador a colocar será establecido por medio del programa de cálculo que brinda el fabricante.

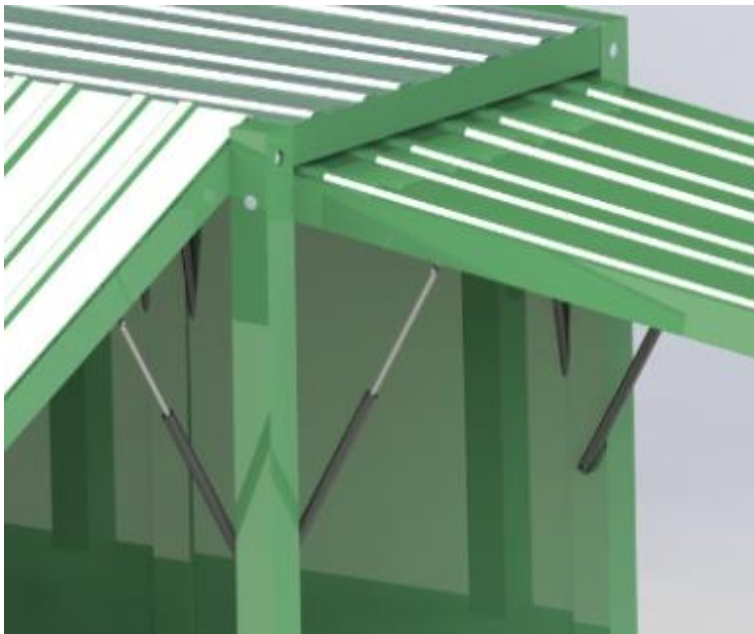


Ilustración 1 Detalle de apertura de puertas

8.2.1. S-GS-C02-P01 - Puerta uno

Ver plano: 04-F-Puerta1

Esta puerta tendrá las dimensiones ya establecidas, las cuales se detallan:

Largo: 2600 mm

Ancho: 2205 mm

Espesor: 3 mm

El peso de la chapa negra de 3 mm de espesor es de 24 kg/m^2 como se puede ver en la siguiente tabla.

El marco de caño estructural de 40x40 de 1,6 mm de espesor.

2000 X 1000	
ESPESOR	PESO
1,5	24
2	32
2,5	40
3	48
4	64
5	80
6	96
8	128
10	160
12	192
15	240
20	320

Tabla 1 Chapa negra de Fierros Prudenci

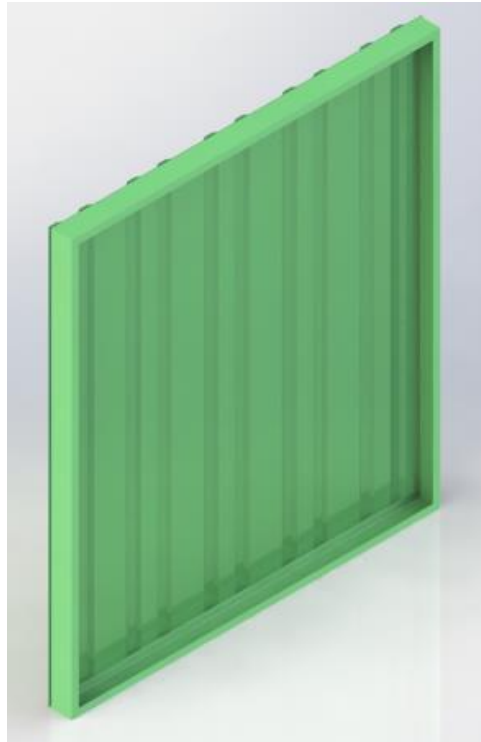


Ilustración 3 Puerta 2600x2245 mm



Ilustración 2 Marco caño estructural 40x40

El peso del mismo es de 1,44 kg/m.

TABLA DE PESOS TEÓRICOS DE CAÑOS ESTRUCTURALES (en Kgr. por caño de 6m.)													
pulg.	mm	mm	mm	Espesor de pared en mm									
				0.90	1.10	1.25	1.14	1.60	1.80	2.00	2.52	2.85	3.25
1/2	12.70	10 x 10		1.573	1.890	2.120	2.358	2.633	2.907	3.170			
5/8	15.87	12x12		1.996	2.407	2.707	3.021	3.385	3.752	4.110			
3/4	19.05	15 x 15	20 x 10	2.420	2.925	3.296	3.685	4.139	4.600	5.052			
13/16	20.63			2.631	3.183	3.589	4.015	4.513	5.021	5.520			
7/8	22.22		20 x 15	2.843	3.442	3.883	4.347	4.890	5.445	5.991			
15/16	23.81			3.055	3.701	4.178	4.679	5.267	5.869	6.462			
1	25.40	20 x 20	25 x 15 - 30 x 10	3.267	3.960	4.472	5.011	5.644	6.293	6.933	8.542	9.521	10.689
1 1/8	28.57		30 x 15	3.689	4.477	5.059	5.673	6.395	7.139	7.873	9.725	10.860	12.215
1 3/16	30.16			3.901	4.736	5.354	6.006	6.772	7.563	8.344	10.319	11.531	12.981
1 1/4	31.75	25 x 25	30 x 20 - 40 x 10	4.113	4.995	5.648	6.338	7.149	7.987	8.815	10.913	12.202	13.746
1 3/8	34.92			4.536	5.511	6.235	7.000	7.900	8.832	9.754	12.096	13.541	15.273
1 1/2	38.10	30 x 30	40 x 20	4.960	6.030	6.824	7.664	8.654	9.680	10.696	13.283	14.883	16.804
1 5/8	41.27			5.383	6.546	7.411	8.326	9.406	10.525	11.636	14.467	16.222	18.330
1 3/4	44.45	35 x 35	40 x 30 - 50 x 20	5.807	7.064	8.000	8.991	10.159	11.373	12.578	15.654	17.564	19.861
1 7/8	47.62		50 x 25	6.229	7.581	8.587	9.653	10.911	12.219	13.517	16.837	18.903	21.387
2	50.80	40 x 40	50 x 30 - 60 x 20	6.653	8.099	9.176	10.317	11.665	13.067	14.459	18.025	20.246	22.919
2 1/8	53.97				9.763	10.979	12.416	13.912	15.399	16.908	21.584	24.445	

Con todos estos datos se procede a calcular el peso de la puerta en cuestión, para luego introducir los datos requeridos por el fabricante para la determinación del amortiguador.

Peso total de la puerta.

$$A = 2,6m \times 2,245m = 5,837m^2$$

$$P_{chapa} = 5,837m^2 \times 24 \frac{kg}{m^2} = 140kg$$

$$L_{caño} = (2,6m + 2,245m) \times 2 = 9,69m$$

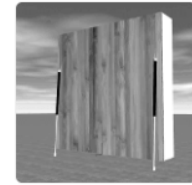
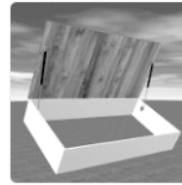
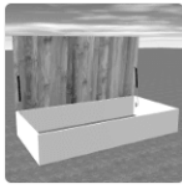
$$P_{caño} = 9,69m \times \frac{1,44kg}{m} = 13,95kg$$

$$P_T = 140kg + 13,95kg \cong 154kg$$

El peso total de la puerta será de 154 kg, por seguridad para el cálculo se tomarán 160 kg.

A continuación se presentan imágenes donde se detallan los pasos seguidos en la simulación.

Como primer paso se introducen los valores de la aplicación de resortes de gas, como son el tipo de sujeción, longitudes de lados, peso, etc.



Longitud [mm]	<input type="text" value="2600"/>
Ángulo cerrado [grados]	<input type="text" value="-90"/>
Peso [kg]	<input type="text" value="160"/>
Cantidad de resortes de gas	<input type="text" value="2"/>
Anchura [mm]	<input type="text" value="2245"/>

Espesor [mm]	<input type="text" value="3"/>
Ángulo abierto [grados]	<input type="text" value="-15"/>
Posición de las bisagra	<input type="text" value="Arriba"/>
Material de la tapa	<input type="text" value="Otros"/>

Ilustración 4 Datos de simulación

A continuación se presentan las curvas donde se representan las distintas fuerzas superpuestas en un mismo sistema de ejes cartesianos.

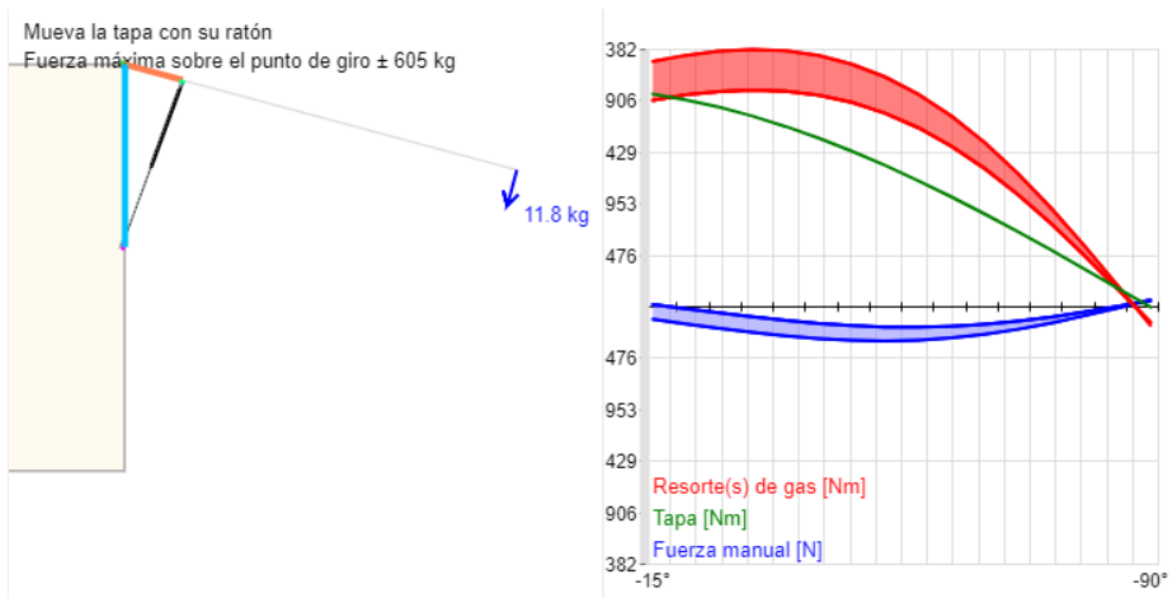



Ilustración 5 Características de movimiento

Los datos y características de instalación (ver plano) que brinda el fabricante para las condiciones antes introducidas son:

Tipo de resorte de gas ?	14-28-350 57.29€	Cota A [mm] ?	309
Fuerza ?	- +	Cota B [mm] ?	-23
Avance residual [mm] ?	80	Cota C [mm] ?	22
Punto de fijación: ?	1	Cota D [mm] ?	854
Conexión al tubo de presión ?	M10 Ojal (10.1mm) 1.49€	Conexión al eje del pistón ?	M10 Horquilla 5.30€



El amortiguador seleccionado es el **14-28-350** el cual tiene las siguientes características:

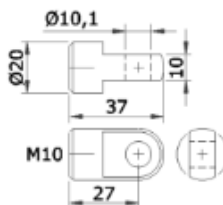
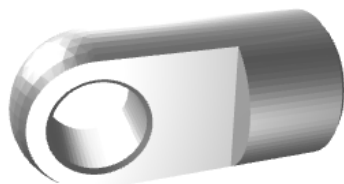
- Vástago 14 mm (M10 rosca)
- Cilindro 28 mm
- Carrera 350 mm
- Longitud 748 mm
- Fuerza de 150 a 2500 N



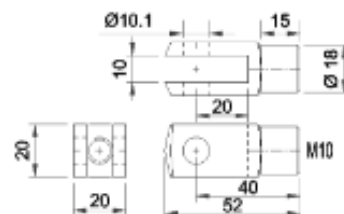
Los accesorios de conexión serán:

Ilustración 6 Amortiguador seleccionado

- **Ojal M10:** provoca un alargamiento de 27 mm y se puede fijar tanto en el cilindro como en el eje del pistón. El espesor del ojal es de 10 mm.



- **Horquilla M10:** provoca un alargamiento de 40 mm y se puede fijar tanto en el cilindro como en el eje del pistón.





2 x M10 Ojal (10.1mm)	2.98€
2 x 14-28-350	114.59€
2 x M10 Horquilla	10.60€
	<hr/>
	128.17€

8.2.2. S-GS-C02-P02 - Puerta dos

Ver plano: 05-F-Puertatipo2

Dimensiones: Largo 2600 mm y ancho 1580 mm.

Se procede a calcular el peso:

$$A = 2,6m \times 1,58m = 4,1m^2$$

$$P_{chapa} = 4,1m^2 \times 24 \frac{kg}{m^2} = 98,4kg$$

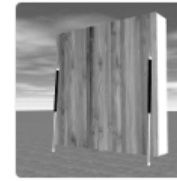
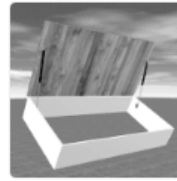
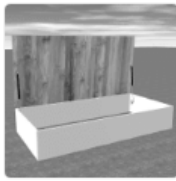
$$L_{caño} = (2,6m + 1,58m) \times 2 = 8,36m$$

$$P_{caño} = 8,36m \times \frac{1,44kg}{m} = 12kg$$

$$P_T = 98,4kg + 12kg \cong 110,4kg$$

El peso total de la puerta será de 110,4 kg, por seguridad para el cálculo se tomarán 120 kg.

A continuación se presentan los datos y características brindados por la simulación realizada.



Longitud [mm]

Ángulo cerrado [grados]

Peso [kg]

Cantidad de resortes de gas

Anchura [mm]

Espesor [mm]

Ángulo abierto [grados]

Posición de las bisagras

Material de la tapa

Ilustración 7 Datos de simulación

Curvas de fuerzas.

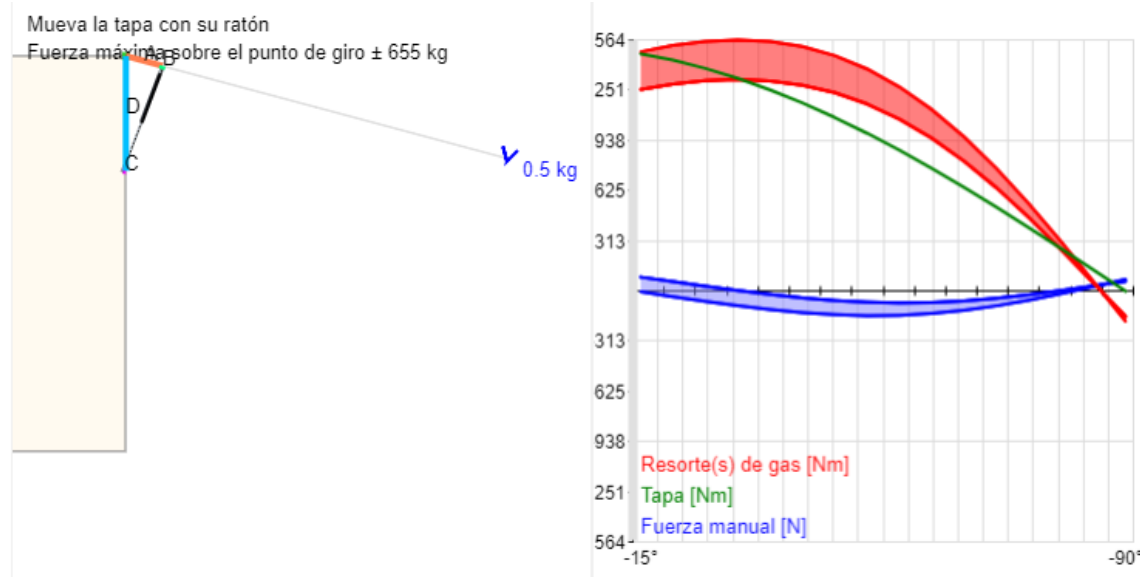



Ilustración 8 Características del movimiento

Datos de instalación del amortiguador seleccionado.

Tipo de resorte de gas ?	14-28-300 51.43€	Cota A [mm] ?	250
Fuerza ?	- +	Cota B [mm] ?	-23
Avance residual [mm] ?	90	Cota C [mm] ?	19
Punto de fijación: ?	1	Cota D [mm] ?	755
Conexión al tubo de presión ?	M10 Ojal (10.1mm) 1.49€	Conexión al eje del pistón ?	M10 Horquilla 5.30€



El amortiguador seleccionado es el **14-28-300** el cual tiene las siguientes características:

- Vástago 14 mm (M10 rosca)
- Cilindro 28 mm
- Carrera 300 mm
- Longitud 648 mm
- Fuerza de 150 a 2500 N

8.2.3. S-GS-C02-P03 - Puerta tres

Las dimensiones de esta puerta son: largo 2600 mm y ancho 1580 mm. Al ser sus dimensiones iguales a las puertas de dos también lo será su peso. Del mismo modo serán iguales los amortiguadores seleccionados y sus accesorios.

Igual a puerta dos, cinco y seis

8.2.4. S-GS-C02-P04 - Puerta cuatro

Ver Plano: 06-F-Puertatipo3

Dimensiones: longitud 2455 mm y ancho 1700mm.

Se procede a calcular el peso:

$$A = 2,455m \times 1,693m = 4,156m^2$$

$$P_{chapa} = 4,156m^2 \times 24 \frac{kg}{m^2} = 99,75kg$$

$$L_{caño} = (2,455m + 1,693m) \times 2 = 8,3m$$

$$P_{caño} = 8,3m \times \frac{1,44kg}{m} = 11,95kg$$

$$P_T = 99,75kg + 11,95kg \cong 111,7kg$$

El peso total de la puerta será de 111,7 kg, por seguridad para el cálculo se tomarán 120 kg.

Como el peso final tomado para el cálculo es el mismo que el de la puerta dos, el tipo de amortiguador y los accesorios serán los ya seleccionados para la misma.

8.2.5. S-GS-C02-P05/P06 - Puerta cinco y seis

Igual en dimensiones a las puertas dos y tres, por tal motivo se seleccionan los mismos amortiguadores y accesorios ya detallados con anterioridad.

8.2.6. S-GS-C02-P – Pintura

El contenedor, una vez modificado, debe ser pintado para proteger el metal y evitar la corrosión del mismo, así también para mejorar su aspecto visual.

El color seleccionado es el **verde espuma de mar**, ya que el verde representa a la naturaleza.

Se debe establecer la superficie del contenedor para determinar la cantidad de pintura que se requiere. Partiendo de que se deben pintar tanto el exterior como el interior de cada uno de sus lados, se determina la superficie considerando que tanto la superficie interior es igual a la exterior:



$$S = 4 \times (h \times l + h \times a + l \times a)$$

$$S = 4 \times (2.75m \times 6.205m + 2.75m \times 2.042m + 6.205m \times 2.042m) = 141.4m^2$$

La superficie a cubrir será de aproximadamente de $142 m^2$. La pintura seleccionada (Esmalte convertidor KEM triple acción) cubre cada 4 litros $16 m^2$, por lo que la cantidad de pintura que se requiere se determina por regla de tres simple.

$$16m^2 \text{-----} 4 \text{ L}$$

$$142m^2 \text{-----} X = 35.5 \text{ L}$$

Se necesitarán aproximadamente 36 litros de esmalte.

Se deberá realizar un pedido de 9 tarros de esmalte **KEM triple acción brillante** de 4 litros color "verde espuma de mar".

8.3. S-GS-D01 – Digestor Gasificador

Ver plano: 08-M-Gasificador

POWER PALLET - PP20



PERFORMANCE

Continuous Power Rating:	15 kW@50 Hz/18 kW@60 Hz
Sound Level @ 30 feet:	85 dB(A)
Biomass Consumption:	1.2 kg/kWh, 2.5 lbs/kWh
Run Time per Hopper Fill: approximate @ 250 kg/m ³ fuel density	5 kW: 10 hrs 10 kW: 5 hrs 15 kW: 3 hrs
Max. Continuous Operation:	>12 hours
Start Up Time:	10-20 min.

OPERATING CONDITIONS

Ambient Temperature:	5-40°C/40-100°F
Humidity:	5-95% RH
Installed Footprint: without ash vessel or grid tie	1.36 x 1.36 m 53.5 x 53.5 inches
Site Requirements:	Well-Ventilated protected from rain & direct sun

FEEDSTOCK BIOMASS

Size:	12-40 mm/0.5-1.5 in.
Moisture Content:	5-30% dry basis
Approved and Tested w/ normal operating procedures	Nut Shells (e.g. Walnut, Hazelnut) Softwood Chips (e.g. Fir, Pine) Hardwood Chips (e.g. Oak, Ash)

Ilustración 9 Gasificador y características principales

Se selecciona un equipo POWER PALLET – PP20 partiendo de la potencia requerida por los elementos a incorporar al sistema generador. Este Gasificador requiere 1,2 kg de biomasa por cada kW generado. Si se desea determinar la masa de materia prima que se requiere por día de trabajo se debe realizar el siguiente cálculo:

$$m = \frac{1,2kg}{kW} \times 5,5kW \times 24h = 158,4 kg$$

Por lo que, para generar los 5,5 kW requeridos por todos los elementos que componen el Sistema Generador, se necesitarán 160 kg de biomasa al día y si lo expresamos en términos de un mes, se requieren 4800 kg.

Cabe aclarar que, este valor es aplicable solo en el caso que se utilicen simultáneamente todos los elementos que consumen energía eléctrica. Esto nos indica que el equipo en promedio consumirá una masa de materia prima menor a la calculada.

También es de saber que el Gasificador es capaz de generar hasta 20 kW como máximo, lo que permite una futura ampliación de los consumos y por supuesto con ello un mayor consumo de materia prima.

8.4. S-GS-R01-Ca - Calculo de cámara

Ver plano: 07-Cámara

Los cálculos se realizaran para las dimensiones ya establecidas, las cuales son:

Alto: 2,30 m

Ancho: 2,24 m

Profundidad: 1,5 m

Volumen: 7,73 m^3

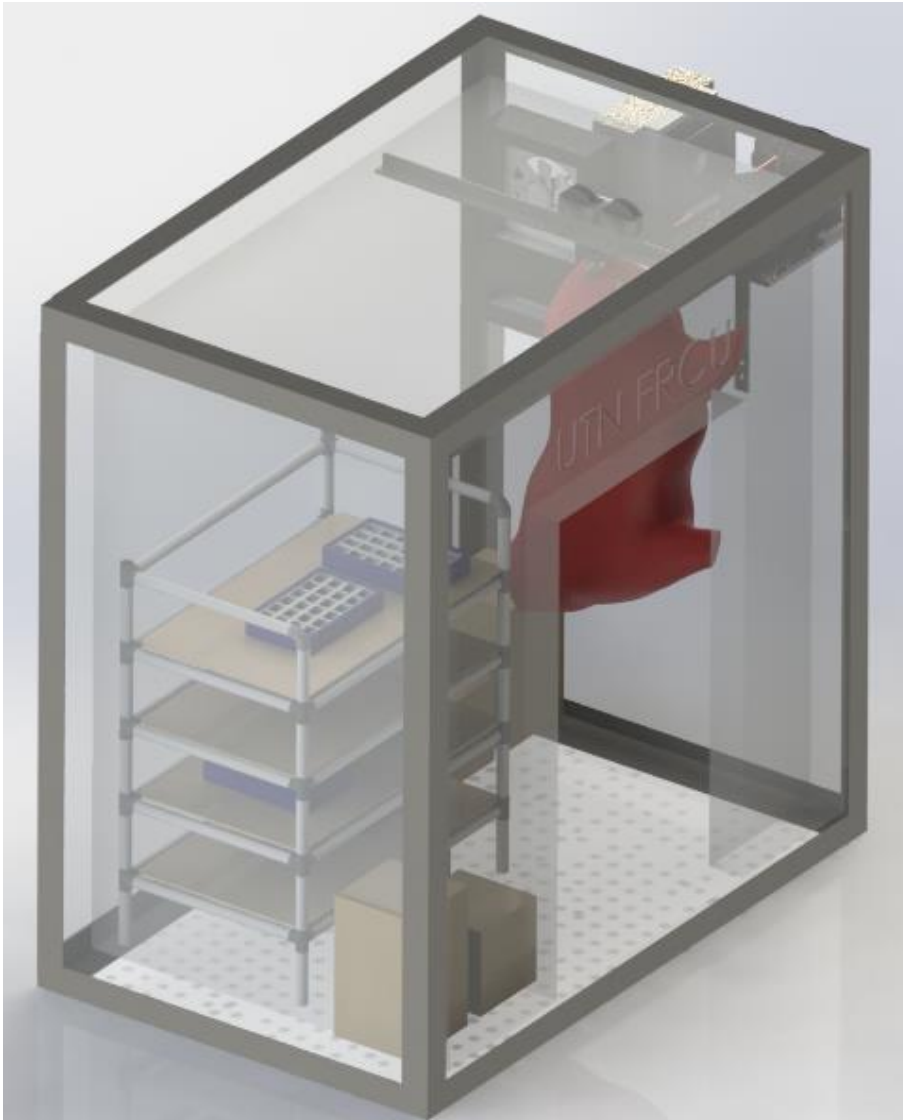


Ilustración 10 Cámara frigorífica

Como hipótesis se plantea:

Temperatura interior: 2°C

Temperatura exterior: 38°C

A continuación se realizara el cálculo de las pérdidas de calor a través de las superficies aisladas de paredes, techo y piso.

8.4.1. Pérdidas de calor por las paredes

Según el manual de Instalaciones Térmicas Quadri la ecuación básica fundamental para el cálculo de la transmisión de calor, es:

$$Q = k * A * \Delta T$$

Dónde:

Q: Cantidad de calor que se transmite por hora [$\frac{Kcal}{h}$].

K: coeficiente de conducción térmica del material [kcal/h.m°C].

A: área o la superficie en que se estudian las perdidas (pared, piso o techo).

ΔT : es la diferencia entre las temperaturas que inciden sobre los lados de la superficie en estudio.

Determinacion del coeficiente de transmitancia total K (Norma IRAM 11601)

Se suele aplicar la ecuacion que puede expresarse en forma general:

$$R_t = \frac{1}{k} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{e_a}{\gamma_a} + \frac{e_c}{\gamma_c} + \frac{1}{\alpha_i}$$

Donde:

R_t : Resistencia a la transmitancia termica total [$\frac{m^2 h^\circ C}{Kcal}$]

γ_a y γ_c : Coeficientes de conductividad termica [$\frac{Kcal}{h m^\circ C}$]

e_a y e_c : espesores del aislante y de la chapa respectivamente.

α_a y α_e : Coeficientes de paso de calor o superfiales.

Ya seleccionado el aislante térmico a utilizar, poliestireno expandido, se procede a determinar el espesor que debe tener el mismo. Este depende de la temperatura interna de la cámara lo cual se puede distinguir en la siguiente tabla:

Temperatura de la cámara	Poliestireno expandido $\rho = 26 + 30 \frac{kg}{cm^2}$	Poliuretano $\rho = 35 + 40 \frac{kg}{cm^2}$	Corcho expandido $\rho = 80 + 100 \frac{kg}{cm^2}$	Foam. glass $\rho = 144 \frac{kg}{cm^2}$	Isover $\rho = 12 + 14 \frac{kg}{cm^2}$
3 a 6	8 cm	6 cm	10 cm	12 cm	8 cm
-5 a +3	12	10	14	15	11
-15 a -5	15	12	20	20	14
-20 a -15	18	14	22	28	18
-30 a -20	20	16	25	30	20
otras	25	20	30	35	25

Características de los paneles de piliestireno:

Densidad total nominal 20 Kg/m³

Largo: 6 – 8 m

Ancho: 1,15 m

Los paneles son cubiertos por una chapa de acero galvanizado pre pintado de color blanco. Su espesor es de 0,5 mm.

Retomando la ecuación fundamental:

$$Q = k * \frac{A}{e} * \Delta T$$

El área varía según el lado, como:

Superficie de las paredes: $7,2 \text{ m}^2$

Sup. Del techo y piso: $6,72 \text{ m}^2$

Sup. De la puerta: $1 \text{ m} \times 1,7 \text{ m} = 1,7 \text{ m}^2$

Sup. Del fondo: $5,152 \text{ m}^2$

El coeficiente de conductividad térmica se obtiene de la siguiente tabla:

<i>SUSTANCIAS ORGÁNICAS</i>	<i>k (a 20°C) Kcal/m.h.°C</i>
<i>asfalto</i>	<i>0,6</i>
<i>algodón</i>	<i>0,0155</i>
<i>celuloide</i>	<i>0,18</i>
<i>ebonita</i>	<i>0,15 a 0,05</i>
<i>fibras</i>	<i>0,325</i>
<i>fibras</i>	<i>0,108</i>
<i>carbón</i>	<i>0,15 a 3,60</i>
<i>negro de humo</i>	<i>0,025</i>
<i>grafito</i>	<i>4,32</i>
<i>linóleo</i>	<i>0,16</i>
<i>parafina</i>	<i>0,215</i>
<i>seda</i>	<i>0,0342</i>
<i>corcho</i>	<i>0,259 a 0,0369</i>
<i>lana</i>	<i>0,042</i>
<i>cera de abejas</i>	<i>0,216</i>
<i>goma</i>	<i>0,163</i>
<i>poliuretano</i>	<i>0,017</i>
<i>poliestireno</i>	<i>0,0265</i>

Obteniendo el valor de $K = 0,0265 \text{ Kcal/m. h. } ^\circ\text{C}$

El salto térmico será de: $\Delta T = 36^\circ\text{C}$

Reemplazando valores en la ecuación anterior se determinan las pérdidas de calores correspondientes a las paredes intervinientes. Obteniendo por último el valor total de pérdidas.

$$Q_{\text{paredes}} = 0,0265 \text{ Kcal/m. h. } ^\circ\text{C} \times \frac{7,2 \text{ m}^2}{0,12 \text{ m}} \times 36^\circ\text{C} = 57,24 \text{ Kcal/h}$$

$$Q_{\text{piso y techo}} = 0,0265 \text{ Kcal/m. h. }^{\circ}\text{C} \times \frac{6,72\text{m}^2}{0,12\text{m}} \times 36^{\circ}\text{C} = 53,424 \text{ Kcal/h}$$
$$Q_{\text{fondo y frente}} = 0,0265 \text{ Kcal/m. h. }^{\circ}\text{C} \times \frac{10,304\text{m}^2}{0,12\text{m}} \times 36^{\circ}\text{C} = 81,91 \text{ Kcal/h}$$
$$Q_{\text{Total}} = 192,574 \text{ Kcal/hs} * 24 \text{ hs} = 4621,77 \text{ Kcal}$$

8.4.2. Pérdidas de calor por apertura de cámara

Se requiere energía extra para contrarrestar la apertura de la cámara. Si bien para este caso no se producirán de forma reiterada, se deben considerar dichas pérdidas.

Se toma en cuenta entonces:

- Velocidad de aire: 1 m/s
- Tiempo de apertura: 1 min.
- Ancho de puerta 1 m.
- Alto de puerta 1,7 m.
- Superficie de puerta 1,7 m²

Por lo tanto el calor que se pierde se determina por medio de la siguiente ecuación:

$$Q_a = \dot{Q} * \rho * \Delta h$$

Dónde:

\dot{Q} : Caudal volumetrico del aire m³/h

ρ : Densidad del aire

Δh : Diferencia de entalpias del aire exterior con el interior

Del diagrama psicométrico, se obtienen las entalpias del aire de acuerdo a sus características de temperatura de bulbo seco y humedad relativa.

De esta forma:

- Entalpia del aire adentro de la cámara h_i , para $T_{bs} = 2^{\circ}\text{C}$, $H_r = 90\%$ es $h_i = 12 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$
 $h_i = 2,87 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$
- Entalpia del aire fuera de la cámara h_e , para $T_{bs} = 38^{\circ}\text{C}$, $H_r = 45\%$ es $h_e = 40 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}}$
 $h_i = 9,56 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$

$$Q_a = 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 60 \frac{\text{s}}{\text{min}} * 1,7\text{m}^2 * 1,3 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * \left(9,56 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} - 2,87 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \right) = 887,1 \text{ Kcal}$$

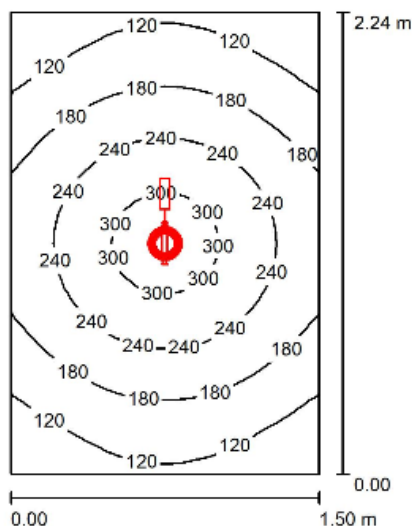
Se estiman diez (10) apertura de cámara-hora, por lo tanto el calor total perdido será:

$$Q_a = 887,1 \text{ Kcal} * 10 = 8871 \text{ Kcal}$$

8.4.3. Pérdidas de calor por potencia de iluminación

Se debe calcular la potencia disipada en el interior de la cámara por medio de la lámpara de iluminación, para esto se utiliza el programa de simulación dialux y así se estima el consumo que genera en la cámara:

Luna llena	0,2 Lux
Iluminación de emergencia escape	1 Lux
Calle con buena iluminación	15 a 25 Lux
Dormitorio	70 a 100 Lux
Oficina de uso general	500 Lux
Salas de dibujo y cartografía	1000 Lux
Quirófano (campo operatorio)	15000 a 25000 Lux



Altura del local: 2.300 m, Altura de montaje: 2.250 m, Factor mantenimiento: 0.80

Valores en Lux, Escala 1:29

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Plano útil	/	193	74	324	0.380
Suelo	20	119	87	146	0.730
Techo	70	24	17	30	0.715
Paredes (4)	50	62	17	163	/

Ilustración 11 Datos brindados por el software de simulación

De catálogo Philips se selecciona una luminaria LED con las siguientes características:

LuxSpace Mini, recessed

Luminaire	: DN560B 1xLED12S/827 C
Total Lamp Flux	: 1100 lm
Light Output Ratio	: 1.00
Luminous Flux	: 1100 lm
Power	: 11 W
HxD	: 0.07x0.16 m
Ballast	: -



Ilustración 12 Datos de la luminaria seleccionada

Según el programa utilizado sería más que suficiente con una lámpara LED de 11W.

Se calcula ahora el calor:

Para lámparas LED se debe multiplicar la potencia de la lámpara por 1,25. Se debe suponer el tiempo que estará prendida dicha lámpara, para este caso adoptamos 3hs/día.

$$\rightarrow Q_{\text{lámpara}} = 11 \text{ W} * 0,25 = 2,75 \text{ W} * 3 \text{ hs} = 8,25 \text{ Wh} = 7,1 \text{ Kcal}$$

8.4.4. Pérdidas de calor debido al producto a conservar

Para calcular el calor a extraer de aquellos productos que se van a depositar en la cámara se aplica la siguiente ecuación:

$$\Delta Q_p = m * c_p * \Delta T$$

Con:

ΔQ_p = calor a extraer del producto

m = masa del producto

c_p = calor específico del producto

ΔT = salto termico del producto

Los valores de los calores se los considera teniendo en cuenta que dichos productos se van a refrigerar.

Se realiza el cálculo suponiendo que en la cámara se guardaran ciertos productos los cuales se detallan a continuación.

8.4.4.1. Agua

Se consideran 15 litros.

$$\Delta Q_p = m * c_p * \Delta T = 0,015 \text{ m}^3 * 1000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 1 \frac{\text{kcal}}{\text{Kg} \text{ } ^\circ\text{K}} * (291^\circ\text{K} - 275^\circ\text{K}) = 240 \text{ kcal}$$

8.4.4.2. Carne

Se considera 200 Kg

$$\Delta Q_p = m * c_p * \Delta T = 200 \text{ Kg} * 0,70 \frac{\text{kcal}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} * (291^\circ\text{K} - 275^\circ\text{K}) = 2240 \text{ kcal}$$

8.4.4.3. Leche

Se consideran 5 litros:

$$\Delta Q_p = m * c_p * \Delta T = 0,005 \text{ m}^3 * 1028 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 0,94 \frac{\text{kcal}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} * (288^\circ\text{K} - 275^\circ\text{K}) = 62,8 \text{ kcal}$$

8.4.4.4. Medicamentos

Se suponen 300 Kcal para mantener a temperatura de conservación a una cierta cantidad de remedios.

8.4.5. Factor de seguridad

Se denomina factor de seguridad al tanto por ciento que se aumenta al total de Kcal del balance térmico. Este porcentaje suele ser entre un 10% y un 15%

El calor total a extraer de la cámara con el cual se seleccionaran los equipos es:

$$Q_{\text{total}} = 11283 \text{ Kcal} = 470.12 \frac{\text{Kcal}}{\text{hs}}$$

8.4.6. Selección de equipos para la cámara

Se tendrán en cuenta como factores principales al momento de la selección el coste inicial del equipo, condiciones de trabajo, costo de funcionamiento y objetivos a largo plazo.

8.4.6.1. S-GS-R01-E - Calculo del evaporador

Para la selección del evaporador lo que se debe calcular es la superficie de intercambio que este necesita para disipar el calor de la cámara.

Para esto se utiliza la siguiente ecuación:

$$Q_{\text{evaporador}} = K * A * (T - t)$$

Con:

$Q_{\text{evaporador}}$: Cantidad de calor absorbido [W]

K: coeficiente global de transferencia de calor [$\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$]

A: Área de transferencia de calor [m^2]

T: Temperatura a obtener [$^\circ\text{C}$]

t: Temperatura de evaporación del refrigerante

Despejando obtenemos el área buscada:

$$A = \frac{Q}{(T - t) * K}$$

Para evaporadores aleteados de convección forzada de aire, por experiencias en el rubro es aconsejable un valor de 14-20 Kcal/m³·h·°C

Se selecciona el evaporador de la empresa Capozucca, teniendo en cuenta la potencia a disipar.

Ingresando al catálogo con $Q_{total} = 11283 \text{ Kcal} = 470.12 \frac{\text{Kcal}}{\text{hs}}$

SERIE FLV	APROX. HP	CAPACIDAD FRIG./H	
		TEMP. DE EVAP. -8°C	
		Dt 8K	Dt 10K
FLV-15-M	1/5	270	350
FLV-14-M	1/4	340	450
FLV-13-M	1/3	400	520
FLV-12-M	1/2	580	780

VENTILADORES		DIMENSIONES EN mm		
CANT.	DIAMETRO	ALTO	FRENTE	FONDO
1	200	560	380	120
1	200	605	380	120
1	200	605	380	120
1	250	675	380	120

De la serie FLV-12-M:

Potencia ½ HP

Dt 8K

Capacidad: 580 Frigorías horas.

Determinación de la Presión de descarga

Se debe tener en cuenta:

- La máxima temperatura ambiente del sitio o lugar donde se ubicara el equipo, la cual puede ser la temperatura media anual.
- Para climatización también juega un papel importante la humedad relativa del aire.

La **temperatura media** que se utiliza en la zona es de **27,5°C**, pero como el equipo puede ser destinado a distintos puntos del país donde las temperaturas son mayores, **se tomara una temperatura de condensación de 43°C**.

Con esta última temperatura se halla la presión de descarga del compresor (Presión de alta). La misma depende del refrigerante a usar.

En este caso se adopta el **refrigerante 410a** por lo cual:

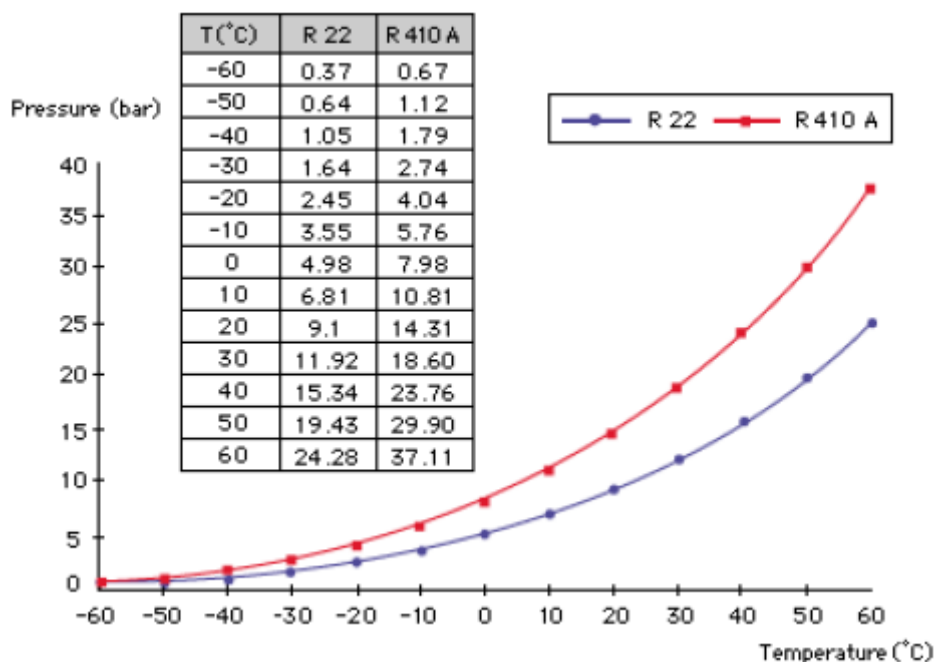


Ilustración 13 Curva de presión vs temperatura del refrigerante

Estados en el ciclo de refrigeración:

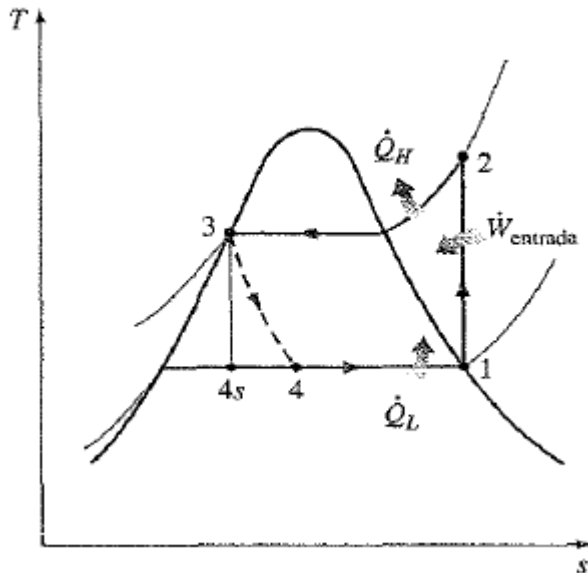


Ilustración 14 Ciclo de refrigeración

Calculo de la presión de evaporación

Se tiene en cuenta:

La mínima temperatura dentro del espacio refrigerado o recinto, para este caso es de 2°C. Para tener una transferencia de calor razonable debe mantenerse una diferencia de temperatura de 5 a 10 °C entre el refrigerante y el medio con el que intercambia calor.

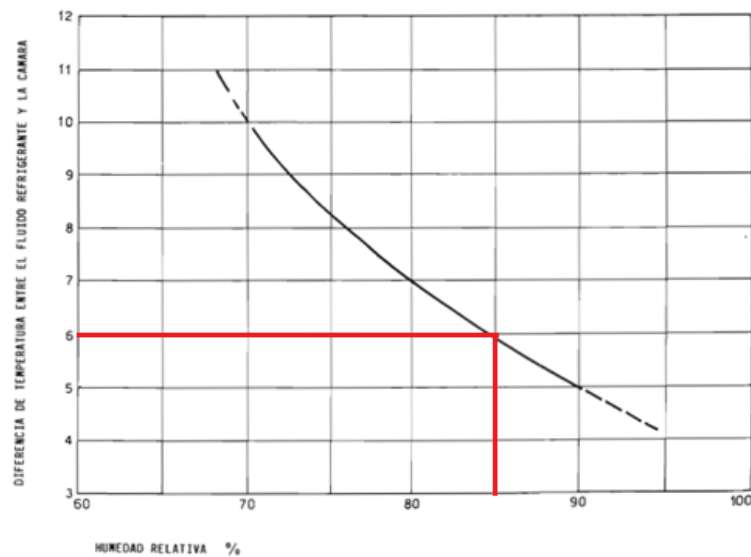


Ilustración 15 Punto de trabajo

Con una humedad relativa del 85% hay una diferencia de temperatura de 6°C.

Temperatura de evaporación es $T_{\text{evap}} = T_{\text{ambiente}} - 8^{\circ}\text{C} = -4^{\circ}\text{C}$

Ingresando nuevamente a la curva P-T del refrigerante se obtiene que para -4°C la presión de evaporación sea:

$$P_{\text{baja-Absoluta}} = 6,65 \text{ Bar} = 5,65 \text{ Bar (manometrica)}$$

Para que el recinto le transfiera calor al refrigerante, la temperatura del mismo debe estar por encima de la de evaporación del refrigerante, por lo tanto se debe bajar la presión.

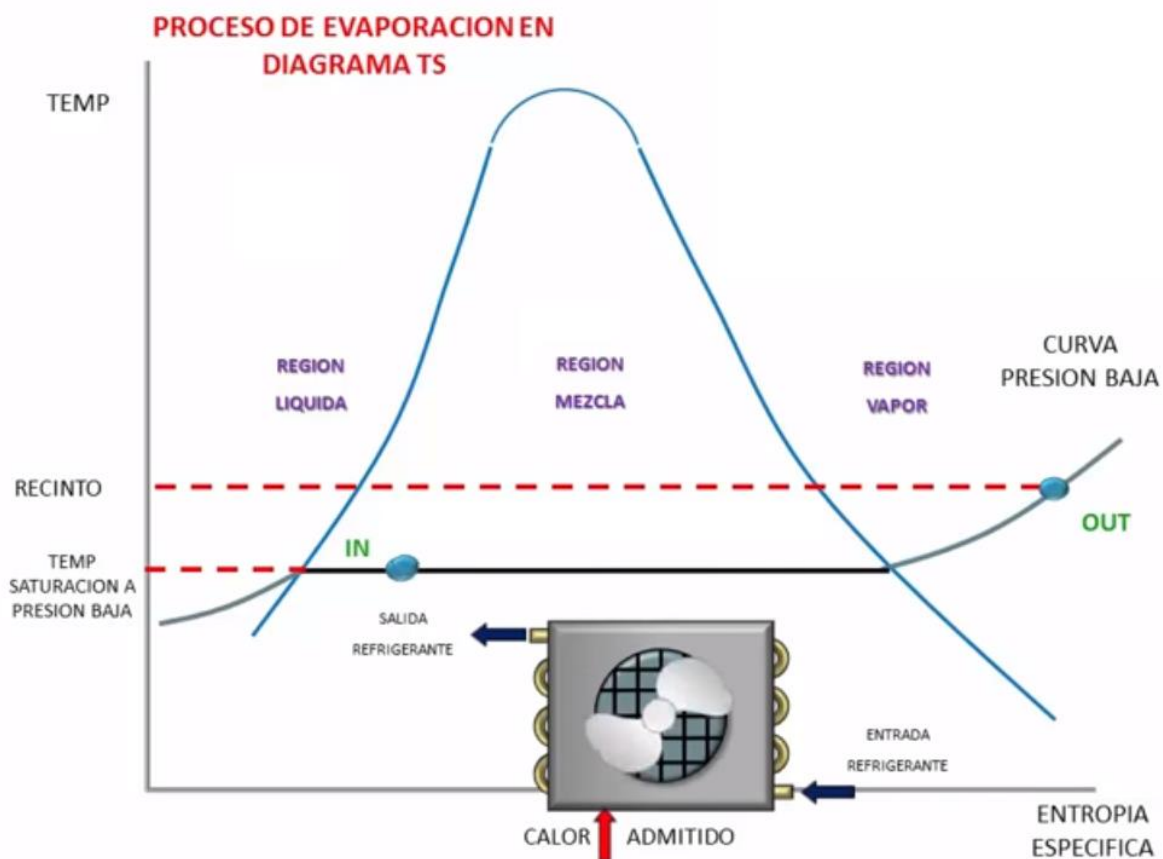


Ilustración 16 Puntos de trabajo del evaporador

Estado 1:

$$T_1 = -4^{\circ}\text{C}$$

$$P_{\text{sat1}} = 5.65 \text{ Bar (Obtenido en ilustración 7)}$$

$$h_1 = 421 \text{ Kj/Kg}$$

$$S_1 = 1.825 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}\cdot\text{K}}$$

Estado 2:

Interpolando para la temperatura adoptada se obtiene:

$$P_{\text{alta-manometrica}} = 25,6 \text{ Bar} = \mathbf{24,6 \text{ Bar}} \text{ (manometrica)}$$

$$T_1 = 43^\circ\text{C}$$

$$P_2 = 24.6 \text{ Bar} \text{ (Obtenido en ilustración 7)}$$

$$h_1 = 470 \text{ Kj/Kg}$$

$$S_1 = S_2 = 1.825 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}\cdot\text{K}}$$

Para descargar el calor ganado al ambiente, la temperatura del refrigerante debe estar por encima de la del ambiente, por eso, es necesario elevar la presión del mismo de manera que la temperatura de condensación a presión alta este por encima de la del ambiente. Entonces debido a que el ambiente está a menor temperatura, el refrigerante comienza a perder calor, y al perder calor pierde temperatura y es por eso que se condensa.

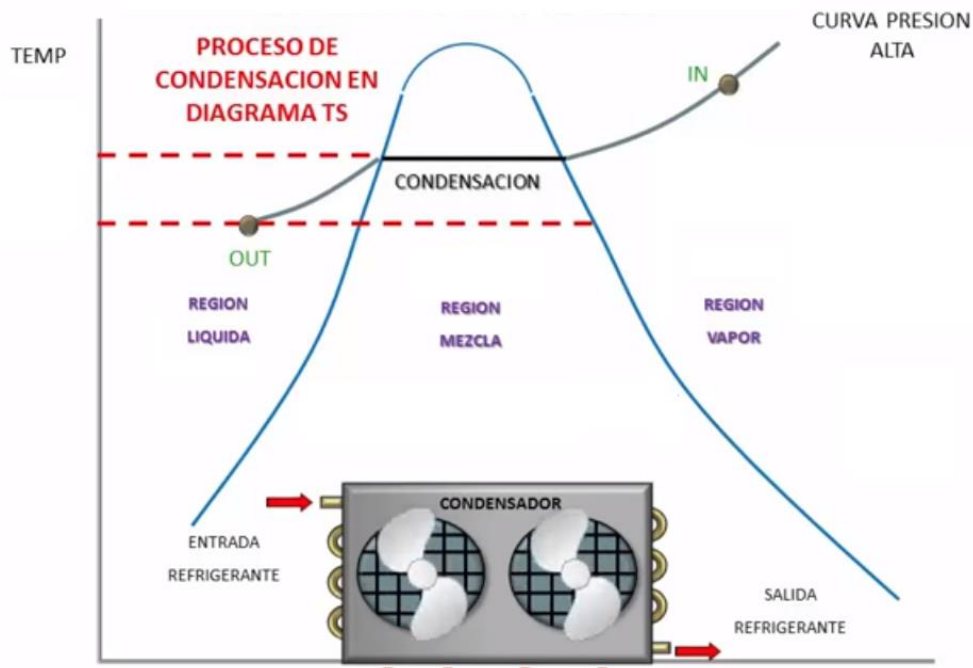


Ilustración 17 Puntos de trabajo del condensador

Estado 3:

$$T_3 = 43^\circ\text{C}$$

$$P_3 = 24.6 \text{ Bar} \text{ (Obtenido en ilustración 7)}$$

$$h_3 = h_f = 470 \text{ Kj/Kg}$$

Estado 4:

$$T_3 = -4^{\circ}\text{C}$$

$$P_4 = 5.65 \text{ Bar (Obtenido en ilustración 7)}$$

$$h_4 = h_3 = 470 \text{ KJ/Kg (Estrangulamiento)}$$

Las entalpías y entropías correspondientes a cada estado se obtuvieron a través del Diagrama de Mollier del refrigerante R410A:

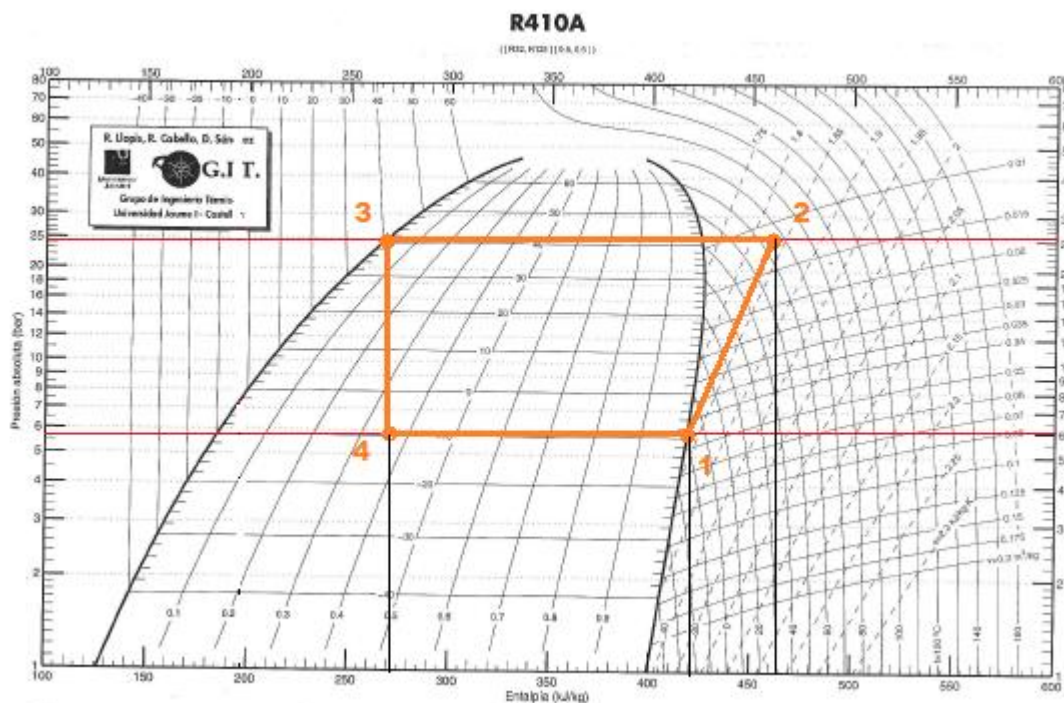


Ilustración 18 Diagrama de Mollier

El compresor debe bombear la cantidad necesaria de frigorías, para eso se debe determinar las Kcal/kg que se debe extraer de la cámara. Luego sabiendo cuantas Kcal/Kg por 1Kg del refrigerante elegido se extrae durante la evaporación se determinan los Kg/h de refrigerante que se deben evaporar en el evaporador y que el compresor deberá bombear cuando el líquido se haya transformado en vapor.

Para el 410 a se tiene:

Suponiendo el sistema ideal.

Del diagrama de Mollier del refrigerante a usar extraemos las Entalpías

$$h_4 = 271 \text{ KJ/Kg}$$

$$h_1 = 421 \text{ KJ/Kg}$$

Calor absorbido en el evaporador

$Q_{\text{evaporador}} = h_4 - h_1 = 421 \text{ KJ/Kg} - 271 \text{ KJ/Kg} = 150 \text{ KJ/Kg} = 35.85 \text{ Kcal/Kg}$, dicho valor es lo que absorbe el refrigerante en la cámara.

i) Caudal másico

$$\text{Caudal}_{\text{refrigerante}} = \frac{\text{Potencia frigorífica}}{Q_{\text{evaporador}}} = \frac{470.12 \frac{\text{Kcal}}{\text{hs}}}{36,089 \text{ Kcal/Kg}} = 13 \text{ Kg/h De 410a}$$

Ahora bien a -4°C y 6,65 Bar el vapor posee un volumen específico de $0,04 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}}$. Por lo tanto el compresor deberá bombear $13 \frac{\text{kg}}{\text{h}} * 0,04 \frac{\text{m}^3}{\text{Kg}} = 0,52 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$

ii) Calor aportado en la compresión

$$Q_{\text{compresor}} = h_2 - h_1 = 470 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} - 421 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} = 49 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} = 11.71 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

iii) Calor cedido en el condensador

$$Q_{\text{Condensador}} = Q_{\text{evaporador}} + Q_{\text{compresor}} = h_2 - h_3 = 190 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}} = 45,41 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} = 590 \frac{\text{Kcal}}{\text{hs}}$$

iv) Coeficiente de eficiencia Energética

Es la relación entre el frío que produce la máquina y la energía consumida para ello

$$\text{COP} = \frac{W_e}{A_w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1} = 3,87$$

Se compara el calor absorbido por el refrigerante durante la evaporación con el calor aportado al refrigerante por el compresor, se ve que el segundo es mayor. Lo que representa el COP es cuantas veces es mayor uno que el otro. Cuanto más elevado es el COP menos calor hay que aportar por el compresor, por lo que el costo de refrigeración es más pequeño.

v) Relación de compresión

Es la relación entre la presión de condensación y la de evaporación. Cuanta mayor sea la relación de compresión, más pequeña será la cantidad de refrigerante en circulación.

$$R_c = \frac{25,6}{6,65} = 3,83$$

TEMP. (°C)	PRESION ABSOLUTA (bar)		DENSIDAD (Kg/m³)		ENTALPIA (kJ/Kg)		ENTROPIA (kJ/Kg.K)	
	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO	BURBUJA	ROCIO
-50	1.124	1.121	1339.59	4.54	136.46	406.37	0.8104	2.0201
-45	1.428	1.424	1323.93	5.67	143.01	409.29	0.8393	2.0066
-40	1.793	1.788	1308.01	7.02	149.62	412.14	0.8679	1.9941
-35	2.228	2.222	1291.79	8.62	156.31	414.92	0.8961	1.9823
-30	2.740	2.732	1275.24	10.48	163.07	417.62	0.9240	1.9712
-25	3.340	3.330	1258.34	12.65	169.91	420.23	0.9517	1.9607
-20	4.036	4.023	1241.03	15.15	176.83	422.74	0.9791	1.9508
-15	4.838	4.821	1223.28	18.04	183.83	425.13	1.0062	1.9413
-10	5.757	5.735	1205.04	21.35	190.92	427.40	1.0331	1.9321
-5	6.802	6.774	1186.27	25.13	198.11	429.52	1.0599	1.9233
0	7.984	7.950	1166.89	29.44	205.41	431.50	1.0864	1.9146
5	9.315	9.274	1146.86	34.34	212.81	433.31	1.1129	1.9061
10	10.805	10.756	1126.10	39.91	220.34	434.94	1.1392	1.8977
15	12.467	12.408	1104.53	46.22	228.00	436.38	1.1655	1.8892
20	14.312	14.241	1182.05	53.38	235.80	437.59	1.1918	1.8807
25	16.351	16.269	1158.55	61.50	243.77	438.56	1.2181	1.8720
30	18.598	18.502	1133.91	70.71	251.91	439.27	1.2445	1.8631
35	21.063	20.954	1107.95	81.18	260.26	439.68	1.2710	1.8538
40	23.760	23.636	980.48	93.12	268.84	439.76	1.2977	1.8442
45	26.701	26.563	951.26	106.79	277.69	439.46	1.3248	1.8339
50	29.899	29.745	919.95	122.55	286.87	438.72	1.3524	1.8229

8.4.6.2. S-GS-R01-UC - Condensador

El condensador debe de ser capaz de extraer y disipar el calor absorbido en el evaporador más el calor equivalente al trabajo de compresión.

$$Q_{Condensador} = Q_{evaporador} + Q_{compresor} = 470.12 \frac{Kcal}{hs} + 121,2 \frac{Kcal}{hs} = 590 \frac{Kcal}{hs}$$

Se selecciona una unidad condensadora para el refrigerante R-22, ya que el 410a reemplaza a este último en la actualidad, se selecciona de esta manera porque es complicado encontrar una empresa nacional que fabrique uno de estos artefactos para refrigerante 410a.

Una vez echa esta elección se elegirá un compresor que trabaje con 410ª, para reemplazar al de la unidad condensadora anterior.

Aprovechamiento Energético de Biomásas en Zonas Aisladas

PFC-1609B
MC-Rev.01

De la marca Tecumseh:



R22 $T_0 = 0 \div -15^\circ\text{C}$

Predisposto per ESPANSIONE A VALVOLA TERMOSTATICA Equipped for EXPANSION BY MEANS OF THERMAL EXPANSION VALVE
Ausgerüstet für EXPANSION MIT THERMOSTATISCHES EXPANSIONVENTIL Predispuestas para EXPANSION CON VALVULA TERMOSTATICA
Predisposées pour DETENTE PAR DETENDEUR THERMOSTATIQUE Подготовленные для ДРОССЕЛИРОВАНИЯ ХЛАДАГЕНТА ЧЕРЕЗ ТЕРМОРЕГУЛИРУЮЩИЙ ВЕНТИЛЬ

UNITÉ HERMETIQUE **TECUMSEH**
compressors

Modello Model Modell Modelo Modèle Модель	Compressore Compressor Verdichter Compresor Compresseur Компрессор	Cilindrata Displacement Hubvolumen Desplazamiento Volume balayé Подача	Tensione Voltage Spannung Tensión Tension Напряжение	Potenza Frigorifera (W) Refrigerating capacity Kälteleistung Potencia frigorífica Puissance frigorifique Холодильная мощность				Dimensioni (mm) Dimensions Abmessungen Dimensiones Dimensions Размеры			Peso netto Net weight Nettogewicht Peso neto Poids net Вес Нетто	Ø Aspirazione Suction line Saugleitung Linea de aspiración Aspiration Линия всасывания		Ø Mandata Discharge line Druckleitung Linea de descarga Refoulement Линия нагнетания		
				T_0 0°C	T_0 -5°C	T_0 -10°C	T_0 -15°C	L	P	H		kg	mm	inch	mm	inch
A	HP	cm ³	V/ph/Hz													
M 1 T 05 230 1 V	AEZ4425E	1/5	4.50	230 /1 /50	504	418	343	275	340	500	270	15	10	3/8	6	1/4
M 1 T 06 230 1 V	AEZ4430E	1/4	5.70	230 /1 /50	618	520	430	349	340	500	270	16	10	3/8	6	1/4
M 1 T 07 230 1 V	AEZ4440E	1/3	7.55	230 /1 /50	837	707	591	492	340	500	270	17	10	3/8	6	1/4
M 1 T 09 230 1 V	CAE4450E	3/8	9.40	230 /1 /50	956	812	674	556	340	500	270	18	10	3/8	6	1/4
M 1 T 12 254 1 V	CAE9460T	1/2	11.30	230 /1 /50	1196	1003	839	694	340	500	270	20	10	3/8	6	1/4
M 1 T 15 254 1 V	CAJ9480T	5/8	15.20	230 /1 /50	1527	1302	1097	915	340	500	270	22	10	3/8	6	1/4
M 1 T 19 300 1 V	CAJ9510T	3/4	18.30	230 /1 /50	2030	1732	1460	1219	340	500	270	29	10	3/8	6	1/4
M 1 T 24 300 1 V	CAJ9513T	1.2	24.20	230 /1 /50	2397	2012	1654	1390	420	610	370	29	12	1/2	10	3/8
M 1 T 26 350 1 V	CAJ4517T	1.25	25.95	230 /1 /50	2893	2430	1991	1581	480	610	420	33	12	1/2	10	3/8
M 1 T 34 350 1 V	CAJ4519T	1.5	34.45	230 /1 /50	3492	2991	2522	2094	480	610	420	34	12	1/2	10	3/8
M 1 T 40 350 1 V	FH4522F	1.8	39.95	230 /1 /50	3611	3001	2432	1917	480	610	420	38	16	5/8	12	1/2
M 1 T 44 350 1 V	FH4524F	2	43.45	230 /1 /50	3811	3189	2622	2130	480	610	420	41	16	5/8	12	1/2

Ilustración 19 Selección de la unidad condensadora

8.4.6.3. S-GS-R01-C - Compresor

Como se aclaró con anterioridad, se seleccionará un compresor para la unidad condensadora que trabaje con refrigerante 410a.

Las características y especificaciones del mismo se detallan a continuación.

Marca: Tecumseh

Modelo: HGA5453BXC

Industria Nacional

Condición	Voltaje de prueba	Capacidad de refrigeración			Potencia de entrada W	Eficiencia			TEMPERATURA EVAPENTE	COND TEMP	TEMPERATURA AMBIENTE	GAS DEVUELTO	TEMPERATURA LIQUIDA
		Btu / h	kcal / h	W		Btu / Wh	kcal / Wh	W / W					
ASHRAE	220 V ~ 50 HZ	4250	1071	1248	500	8.5	2.14	2.49	7.2 ° C (45 ° F)	54 ° C (130 ° F)	35 ° C (95 ° F)	35 ° C (95 ° F)	46 ° C (115 ° F)

Ilustración 20 Datos del compresor

Mecánico

Peso :	11
Unidad de medida de peso :	KG
Desplazamiento (cc) :	5.414
Tipo de aceite :	Poliviniléter
Viscosidad (cSt) :	68
Carga de aceite (cc) :	258

Eléctrico

Rango de voltaje (50 Hz) :	198-264
Rango de voltaje (60 Hz) :	N / A
Aperitivos de rotor bloqueado (LRA) :	15
Amperaje de carga nominal (RLA 50 Hz) :	2.14
Amperaje de carga nominal (RLA 60 Hz) :	0
Max. Corriente continua (MCC en amperios) :	0
Resistencia del motor (Ohm) - Principal :	5.34
Resistencia del motor (Ohm) - Inicio :	6.77
Tipo de motor :	PSC
Tipo de sobrecarga :	N / A
Tipo de relé :	N / A



Ilustración 21 Compresor seleccionado

8.4.6.4. S-GS-R01-TC - Tuvo capilar

Se seleccionará un tubo capilar ingresando a la tabla de características del mismo con la capacidad frigorífica a la cual deberá trabajar. Luego de ello, se probará que la longitud del mismo sea la correcta. Si la temperatura de evaporación no es la deseada, significa que la caída de presión es excesiva, debido a un largo de capilar excesivo, por lo tanto deberá acortarse el capilar hasta llegar a la condición de trabajo deseada.

CAPACIDAD kcal/h	TEMPERATURA DE EVAPORACIÓN					
	7.2 C°		-6.7 C°		-23.3 C°	
	longitud (m)	diámetro (mm)	longitud (m)	diámetro (mm)	longitud (m)	diámetro (mm)
50-75	-	-	-	-	-	-
75-100	-	-	-	-	3.0	0.6
100-125	-	-	3.6	0.7	2.8	0.6
125-150	-	-	3.4	0.7	2.2	0.6
150-175	-	-	4.0	0.8	1.8	0.6
175-200	-	-	3.9	0.8	2.8	0.7
	-	-	3.6	0.8	3.4	0.8
	-	-	3.4	0.8	3.2	0.8
	-	-	2.7	0.8	2.8	0.8
	-	-	2.7	0.8	2.6	0.8
	-	-	2.7	0.8	2.2	0.8
325-350	3.0	1.0	2.7	1.0	4.8	1.2
	2.6	1.0	2.2	1.0	4.3	1.2
350-375	2.4	1.0	5.4	1.2	4.1	1.2
	5.2	1.2	4.9	1.2	3.7	1.2
375-400	4.9	1.2	4.7	1.2	3.6	1.2
	4.6	1.2	4.2	1.2	3.3	1.2
400-425	4.3	1.2	4	1.2	3.1	1.2
	3.9	1.2	3.7	1.2	2.9	1.2
425-450	3.8	1.2	3.6	1.2	2.8	1.2
	3.6	1.2	3.4	1.2	2.6	1.2
450-475	3.5	1.2	3.3	1.2	2.5	1.2
	3.2	1.2	3	1.2	2.3	1.2
475-500	3.1	1.2	2.9	1.2	2.2	1.2
	2.8	1.2	2.4	1.2	2	1.2
500-625	2.6	1.2	2.2	1.2	1.8	1.2
	5.3	1.5	4.8	1.5	3.9	1.5
625-750	5.1	1.5	4.6	1.5	3.7	1.5
	3.6	1.5	3.4	1.5	2.4	1.5

Ilustración 22 Determinación de la longitud del tubo capilar

Interpolando en la tabla anterior, para 590Kcal/hs se obtienen las siguientes características.

Longitud: 4,45 m

Diámetro: 1,5 mm

$$P_{dif} = P_{alta} - P_{baja} = 24,6 \text{ Bar} - 5,65 \text{ Bar} = \mathbf{18,95 \text{ Bar}}$$

8.4.6.5. Potencia de refrigeración total necesaria será

$$P_{total} = P_{Condensacion} + P_{evaporacion} + P_{iluminacion}$$

$$P_{total} = 0,5 \text{ Kw} + 0,37285 \text{ Kw} + 0,013 \text{ Kw} = \mathbf{0,88 \text{ Kw}}$$

8.5. S-GS-B01 - Sistema de bombeo

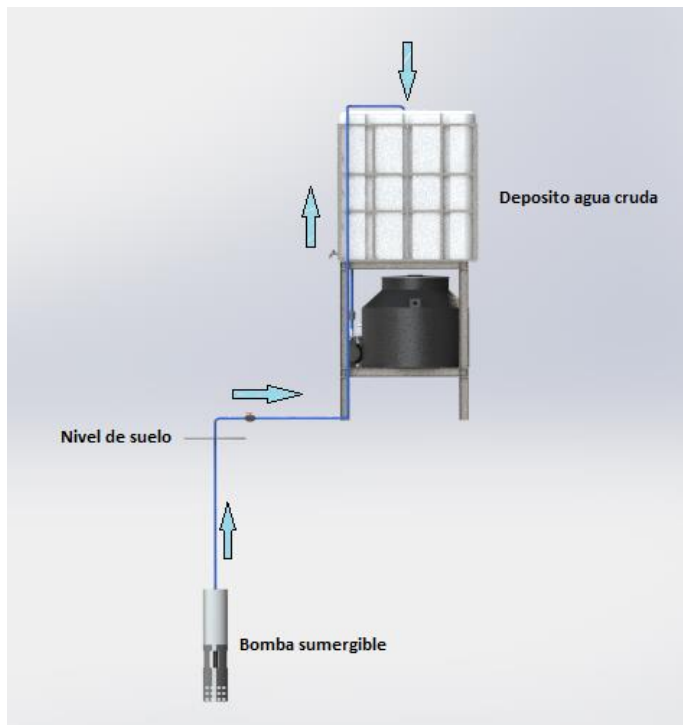


Ilustración 23 Esquemización del sistema de bombeo

8.5.1. Pérdidas de carga y dimensionamiento

Se debe establecer el diámetro de la cañería, teniendo en cuenta la pérdida de carga que provoca la circulación del fluido. Se tendrá en cuenta tanto la osmosis, como el llenado de dos tanques, uno de agua cruda proveniente directamente de la bomba y otro de agua tratada directamente de la osmosis.

Ecuación del cálculo de diámetro económico:

$$d = 18.8 * \sqrt{\frac{Q}{v}} \frac{\left[\frac{m^3}{h}\right]}{\left[\frac{m}{s}\right]} \rightarrow d \text{ [mm]}$$

d: Diametro interior de la tuberia en mm

Q: Caudal en m³/h

v = Velocidad de circulacion del fluido en m/s

Este diámetro teórico calculado no coincidirá con el diámetro comercial por lo que desde el punto de vista práctico se adaptará un diámetro comercial. Una vez adoptado el diámetro de la

tubería se corrige la velocidad de circulación del fluido. Cuanto mayor es esta velocidad, más turbulento se vuelve el fluido, por lo cual aumentan las pérdidas de carga.

Una vez seleccionado el diámetro, es necesario estudiar las pérdidas de carga.

Cabe recordad que existen dos tipos de pérdidas de carga, las primarias y las secundarias.

Para este cálculo se utiliza la ecuación de DARCY-WEISBACH:

$$h_f = \frac{f * L_t * v^2}{2 * g * D}$$

h_f : Perdida de carga en Kgm/Kg

f: Coeficiente de perdida de carga primaria

L_t : longitud total equivalente de tuberia [m]

D: Diametro interior de la tuberia [m]

v: velocidad del fluido [m/seg]

g: Factor de convercion [9,81 Kg m/Kg s²]

8.5.2. Calculo de caudal de agua

Una ducha de 5 minutos consume 100 lts de agua, que serían 0,1m³/h

500 lts = 0,5 m³/h en caso de almacenamiento de agua cruda.

Osmosis 16,5 lts/hs = 0,0165 m³/h

Caudal para la bomba sumergida

$$Q_{\text{total}} = 1 \text{ m}^3/\text{h}$$

8.5.3. Dimensionamiento para el tramo 1

$$d = 18,8 * \sqrt{\frac{Q}{v}} = 18,8 * \sqrt{\frac{1\text{m}^3/\text{h}}{1,5 \text{ m/s}}} = 15,35 \text{ mm}$$

Se adopta caño de ½ pulgada 40S:

$$\phi_{\text{interior}} = 0,622 \text{ in} = 15,8\text{mm} = 0,0158\text{m}$$

$$\phi_{\text{exterior}} = 0,840 \text{ in}$$

$$A = 0,000196 \text{ m}^2$$

$$Q = v * A \rightarrow v = \frac{Q}{A} = \frac{1\text{m}^3/\text{h}}{0,000196 \text{ m}^2} = 1,42 \text{ m/s}$$

Luego de los cálculos de diámetros de las cañerías y velocidades de circulación se procede a determinar la altura manométrica que debe superar la bomba seleccionada.

Para esto se aplica la ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} + H_m = \frac{P_2}{\rho} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g} + h_{1-2}$$

8.5.4. Hipótesis y cálculos

Para la bomba sumergida

La bomba se encuentra a una profundidad de 35 metros.

$$P_1 = \rho * h * g = 1000 \text{ Kg/m}^3 * 35 \text{ m} * 9,81 \text{ m/s}^2 = 343350 \text{ Pa} = 35011,95 \text{ mmca}$$
$$= 3,5 \text{ Kg/cm}^2 = 3500 \text{ Kg/m}^2$$

Velocidad inicial

$$\frac{v_1^2}{2 * g} = 0$$

Succión de Bomba

$$z_1 = -35 \text{ m}$$

Altura de descarga

$$z_2 = 3 \text{ m}$$

Capacidad de almacenamiento

Volumen de 1000 Lts.

Dimensiones del depósito

Ancho: 1 m

Alto: 1,2 m

Altura: 1,16m

Características del agua de pozo

$$\rho = 998,68 \text{ Kg/m}^3$$

$$V = 0,001054 \frac{\text{Kg}}{\text{m s}}$$

Pérdidas de carga

Se calculan las pérdidas primarias y secundarias antes mencionadas:

$$h_{1-2} = h_{asp} + h_{imp}$$

$$h_{asp} = 0$$

8.5.5. Dimensionamiento del tramo 1-2

Diámetro de cañerías $\phi_{1-2} = 1/2 \text{ in}$

$$L_{eq\phi_{1-2}} = 35m + 5m + 3 * \text{Codo } 90^\circ \left(\frac{1}{2} \text{ in}\right) + \text{Valvula} \left(\frac{1}{2} \text{ in}\right) + \text{Valvula Retencion} \left(\frac{1}{2} \text{ in}\right) = \\ = 35m + 5m + 3 * 1,75 \text{ ft} * 0,3 + 18\text{ft} * 0,3 + 3,5\text{ft} * 0,3 = 48,025m$$

- f : Coeficiente de perdida de carga primaria

Este coeficiente es adimensional, depende del número de Reynolds y de la rugosidad de la tubería, lo que lo determina es un flujo laminar o turbulento.

$$f: \left(NRe / \frac{\epsilon}{\phi} \right)$$

- Como se usa tuberías de alta fusión $\frac{\epsilon}{\phi} \cong 0$
- Se calcula el número de Reynolds para la tubería:

$$N_{Re_{1-2}} = \frac{\rho v \phi}{\nu} = \frac{998,68 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} * 1,42 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0,0158\text{m}}{0,001054 \frac{\text{Kg}}{\text{m s}}} = \mathbf{21258,4}$$

Ingresando al diagrama de Moody obtenemos el coeficiente;

$$f_{\phi_{1-2}}: \mathbf{0,025}$$

La pérdida de carga será:

$$h_{imp\phi_{1-2}} = \frac{f L_{eq} v^2}{2 g \phi} = \frac{0,025 * 48,025 * (1,42 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2 * 0,0158\text{m}} = \mathbf{7,81m}$$

Retomando la ecuación de Bernoulli hallamos la altura manométrica.

$$\frac{P_1}{\rho} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} + H_m = \frac{P_2}{\rho} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g} + h_{1-2}$$

$$H_{m_{1-2}} = - \frac{35000 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^2}}{998,68 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3}} + 35m + \left[\frac{(1,42 \frac{\text{m}}{\text{s}})^2}{2 * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} \right] + 3m + 7,81m = \mathbf{10,86m}$$

8.5.6. S-GS-B01-B - Bomba de extracción de agua

Para la selección se debe tener en cuenta el caudal y la columna de agua que debe superar:

$$Q_{bomba} = 1 \frac{m^3}{hs}$$

$$H_{Bomba} = 10,86 m$$

Entrando al catálogo de la marca Grundfos, bombas sumergibles se selecciona la siguiente:



Ilustración 24 Bomba

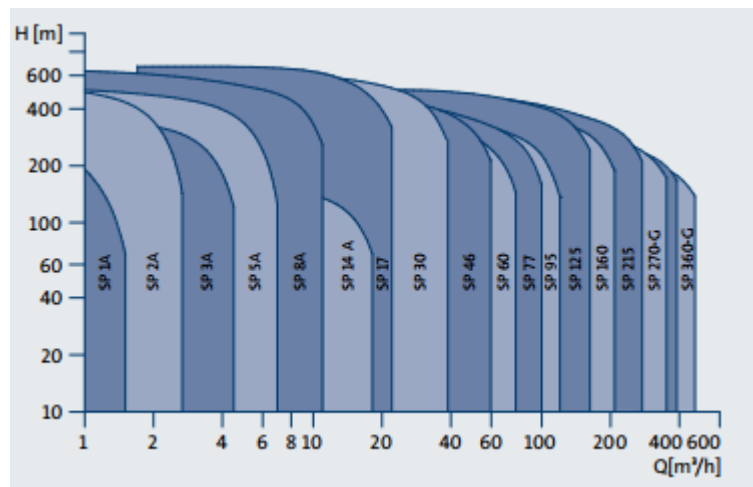


Ilustración 26 Curva de trabajo de la bomba seleccionada

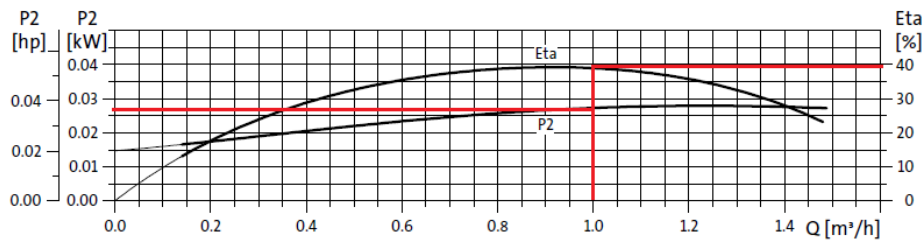
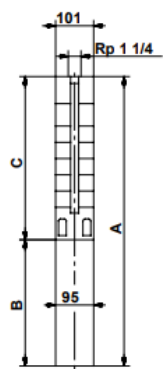


Ilustración 25 Puntos de trabajo

Datos técnicos

Bombas sumergibles
SP 1A

Dimensiones y pesos



Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]						Peso neto [kg]	
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		1x230V	3x230V 3x400V	
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V			
SP 1A-9	MS 402	0.37	344	256	226	600	570	11	9	
SP 1A-14	MS 402	0.37	449	256	226	705	675	12	10	
SP 1A-18	MS 402	0.55	533	291	241	824	774	14	12	
SP 1A-21	MS 402	0.55	596	291	241	887	837	14	12	
SP 1A-28	MS 402	0.75	743	306	276	1049	1019	16	15	
SP 1A-36	MS 402	1.1	956	346	306	1302	1262	25	23	
SP 1A-42	MS 402	1.1	1082	346	306	1428	1388	27	25	
SP 1A-50	MS 402	1.5	1250	346	346	1596	1596	30	29	
SP 1A-57	MS 402	1.5	1397	346	346	1743	1743	32	32	

TMB000665 1106

Ilustración 27 Características de bomba

SP 1A

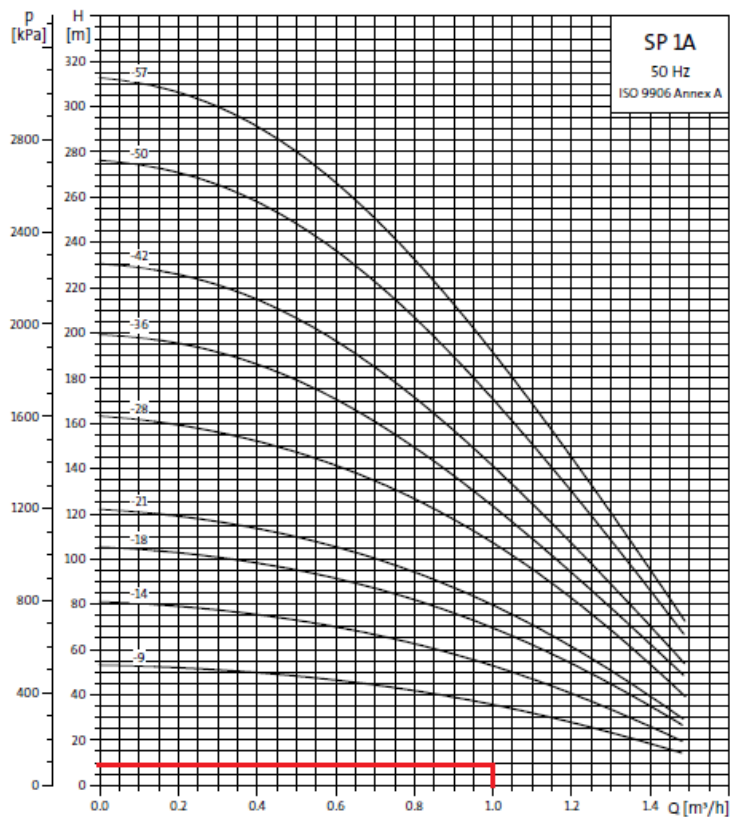


Ilustración 28 Altura de trabajo

- NPSH

La cabeza de succión neta positiva (Net Positive Suction Head, por sus siglas en inglés) es un parámetro de suma importancia en el funcionamiento de una bomba. Se relaciona con la presión del fluido a la entrada de la bomba y por lo tanto influye en el fenómeno de la cavitación.

La condición que se debe cumplir para que una bomba no cavite debe ser:

$$NPSH_{requerido} < NPSH_{Disponible}$$

Dónde:

$NPSH_{Disponible}$ = es un parámetro del sistema y debe calcularse. Nos dice que tanta succión se puede tolerar antes que la presión alcance P_{sat} .

$NPSH_{Requerido}$ = es un parámetro de la bomba y lo debe dar el fabricante. Se puede interpretar como la succión que produce la bomba para poder manejar el caudal y la cabeza para las cuales fue seleccionada.

$$NPSH_{Disponible} = \frac{P_1 - P_{v^o}}{\rho} + Z_b - H_{asp} = \frac{35000 \frac{Kg}{m^2} - 210,45 \frac{Kg}{m^2}}{998,68 \frac{Kg}{m^3}} = 34,8 \text{ m}$$

$$NPSH_{Requerido} = 10 \text{ m}$$

La bomba seleccionada **cumple** con los requisitos necesarios.

8.5.7. S-GS-B01-DAC - Depósito de agua cruda

Ingresando a la página de SIPEA, proveedor argentino de tanques de agua, se selecciona un contenedor rectangular modelo SP2701 el cual posee las siguientes características:

- Capacidad de 1000 litros de agua.
- Construido en polietileno de alta densidad y alto peso molecular.
- Provisto de válvula de descarga de 2" tipo mariposa roscada.
- Peso del tanque 15,5 kg.
- Boca de llenado de 150mm. Con tapa a rosca ciega.



Ilustración 29 Tanque agua cruda

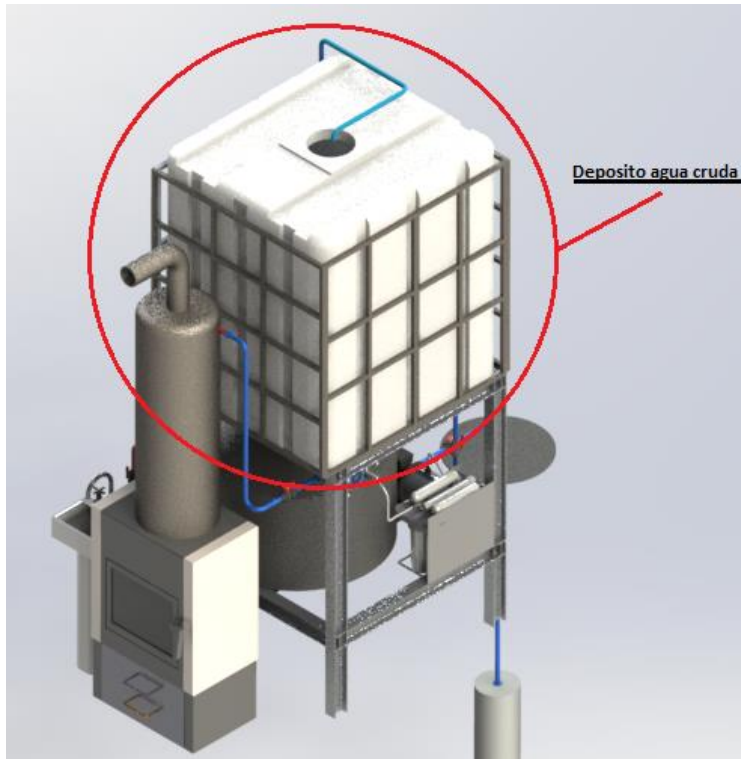


Ilustración 30 Ubicación de tanque agua cruda

8.6. S-GS-F01 - Purificación de agua

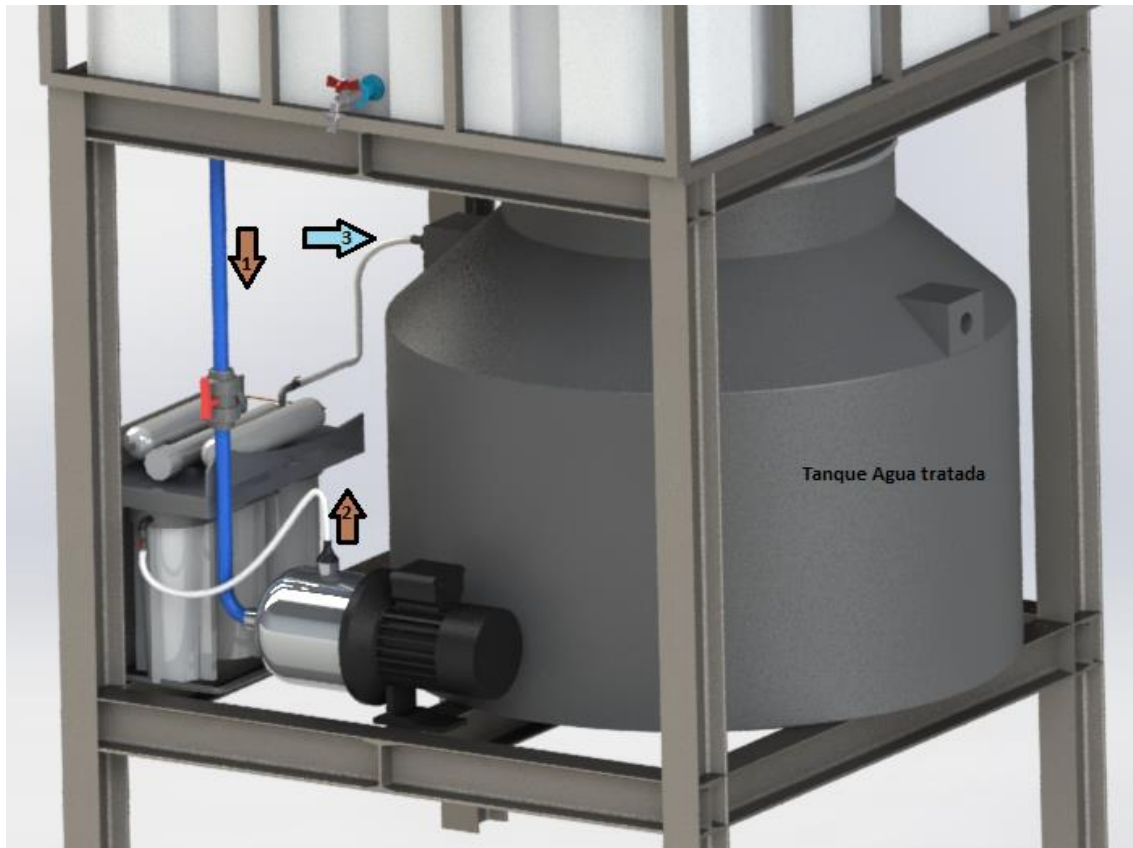


Ilustración 31 Sentido de circulación hidráulico

Las osmosis tienen un rendimiento bajo, que ronda los 40/50 %, esto quiere decir que para que nos entregue 16,6 Lts/hs debería ingresar el doble de agua como mínimo. Por lo cual vamos a diseñar la cañería para 35 Lts de alimentación.

8.6.1. Dimensionamiento para el tramo tanque-osmosis

$$d = 18,8 * \sqrt{\frac{Q}{v}} = 18,8 * \sqrt{\frac{0,035 \text{ m}^3/h}{1,5 \text{ m/s}}} = 2,87 \text{ mm}$$

Se adopta para este tramo una cañería de 1/8 pulgada.

$$\phi_{interior} = 0,215 \text{ in} = 5,46 \text{ mm} = 0,00546 \text{ m}$$

$$\phi_{exterior} = 0,405 \text{ in}$$

$$A = 0,0000234 \text{ m}^2$$

El caudal circulante será:

$$Q = v * A \rightarrow v = \frac{Q}{A} = \frac{0,035 \text{ m}^3/\text{h}}{0,0000234 \text{ m}^2} = 0,42 \text{ m/s}$$

Pérdidas de carga

Las pérdidas de carga intervinientes son las que a continuación se detallan.

$$h_{1-3} = h_{asp} + h_{imp} + h_{osmosis}$$

Donde la osmosis presenta:

$$h_{osmosis} = \frac{\Delta P}{\rho} = \frac{25500 \text{ Kg/m}^2}{998,68 \text{ Kg/m}^3} = 25,53 \text{ mca}$$

$$h_{imp} = \frac{f L_{eq} v^2}{2 g \phi}$$

Tomando el diámetro $\phi_3 = 1/8 \text{ in}$ hallamos las longitudes equivalentes.

$$L_{imp\phi_3} = 3 * \text{Valvula} \left(\frac{1}{8} \text{ in}\right) + 1,5 \text{ m} \left(\frac{1}{8} \text{ in}\right) = 3 * 3\text{m} + 1,5 \text{ m} = \mathbf{10,5 \text{ m}}$$

$$L_{asp\phi_3} = 1 * \text{Valv} \left(\frac{1}{8} \text{ in}\right) + 0,5 \text{ m} \left(\frac{1}{8} \text{ in}\right) + 2 * \text{Codo } 90^\circ \left(\frac{1}{8} \text{ in}\right) = 3\text{m} + 0,5\text{m} + 2 * 0,35\text{m} = \mathbf{4,2 \text{ m}}$$

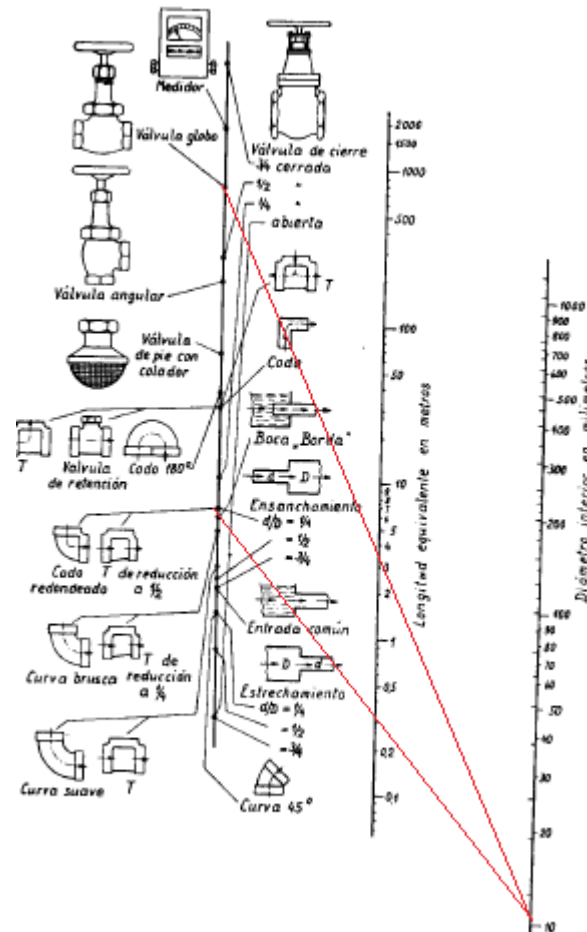


Ilustración 32 Pérdidas de carga de accesorios

Se deducirá el coeficiente de pérdida de carga primaria, el cual ya fue detallado con anterioridad.

Como se usa tuberías de alta fusión $\frac{\epsilon}{\phi} \cong 0$

Con ello se calcula el número de **Reynolds** para la tubería

$$N_{Re3} = \frac{\rho v \phi}{\nu} = \frac{998,68 \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} 0,42 \frac{\text{m}}{\text{s}} 0,00546\text{m}}{0,001054 \frac{\text{Kg}}{\text{m s}}} = 2172,14$$

Con este valor se ingresa al diagrama de **Moody** y se obtiene:

$$f_{\phi3}: 0,046$$

Ahora se obtienen las correspondientes **perdidas de carga**:

$$h_{asp\phi 3} = \frac{f L_{eq} v^2}{2 g \phi} = \frac{0,046 * 10,5m * (0,42 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2 * 0,00546m} = \mathbf{1,89 \text{ m}}$$

$$h_{imp\phi 3} = \frac{f L_{eq} v^2}{2 g \phi} = \frac{0,046 * 4,2m * (0,42 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2 * 0,00546m} = \mathbf{0,75 \text{ m}}$$

Entonces la pérdida de carga total entre el punto 1-3 es:

$$h_{1-3} = h_{asp} + h_{imp} + h_{osmosis} = h_{asp\phi 1} + h_{imp\phi 2} + h_{osmosis} = 0,75m + 1,89m + 25,53m = \mathbf{28m}$$

Reemplazando en la ecuación de Bernoulli:

$$\frac{P_1}{\rho} + z_1 + \frac{v_1^2}{2 * g} + H_m = \frac{P_2}{\rho} + z_2 + \frac{v_2^2}{2 * g} + h_{1-3}$$

8.6.2. Hipótesis consideradas

$$\frac{P_1}{\rho}; \frac{P_2}{\rho} = 0 \text{ Presión atmosférica.}$$

$$\frac{v_1^2}{2 * g} = 0$$

$$H_m = -3m + \left[\frac{\left(0,42 \frac{m}{s}\right)^2}{2 * 9,81 \frac{m}{s^2}} \right] + 1,8m + 28 \text{ m} = 26,8m$$

8.6.3. S-GS-F01-B - Bomba para la osmosis

Si bien la osmosis cuenta con una bomba booster esta requiere una presión de entrada (2-8 bar), la cual no se obtiene con la altura del tanque.

Para esto se selecciona una bomba de la marca Altamira, que es presurizadora de flujo continuo apta para osmosis inversas.

Para la selección se debe tener en cuenta el caudal y la columna de agua que debe superar:

$$Q_{bomba} = 0,035 \frac{m^3}{hs}$$

$$H_{Bomba} = 26,8 \text{ m}$$



Ilustración 33 Bomba presurizadora

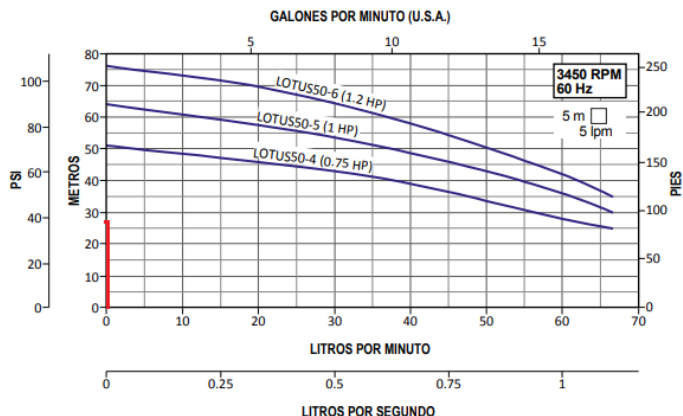


Ilustración 34 Curvas características

TABLA DE ESPECIFICACIONES

CÓDIGO	HP	KW	FASES X VOLTS	AMP.	SUCCIÓN X DESCARGA	DMS*	PRESIÓN AL CIERRE (m/psi)	CARGA EN METROS (psi)								
								25 (35.5)	35 (49.7)	45 (63.9)	55 (78.1)	65 (92.3)	75 (106.5)			
								GASTO (litros por minuto)								
LOTUS50-4/1127			1 x 127	9												
LOTUS50-4/1230	0.75	0.55	1 x 230	5.2			51/72	66	47	22						
LOTUS50-4/3234			3 x 230/460	3 / 1.5												
LOTUS50-5/1127	1	0.75	1 x 127	10.8	1" x 1"	1.25"	64/91		61	45	26					
LOTUS50-5/1230			1 x 230	6												
LOTUS50-6/1127	1.2	0.9	1 x 127	14.2			76/108		66	56	44	28	20			
LOTUS50-6/1230			1 x 230	6.3												

Ilustración 35 Especificaciones de bomba seleccionada

$$NPSH_{Disponible} = \frac{P_1 - P_{v^o}}{\rho} + Z_b - H_{asp}$$

$$NPSH_{Disponible} = \frac{10332 \frac{Kg}{m^2} - 210,45 \frac{Kg}{m^2}}{998,68 \frac{Kg}{m^3}} - 0,7m - 5,5, m = 3,93 m$$

8.6.4. S-GS-F01-DAF - Depósito de agua filtrada

De la empresa ROTOPLAS se selecciona un tanque azul con capacidad para 400 litros de agua, las características del mismo se detallan a continuación:

- Capacidad para 400 litros.
- Compuesto de tricapa azul.
- Tapa click de cierre hermético.
- Conexión termo fusionada.

- Conexión de salida de 1,5" lateral.
- Altura de 1000 mm.
- Diámetro de 850 mm.
- Diámetro de boca 460 mm.

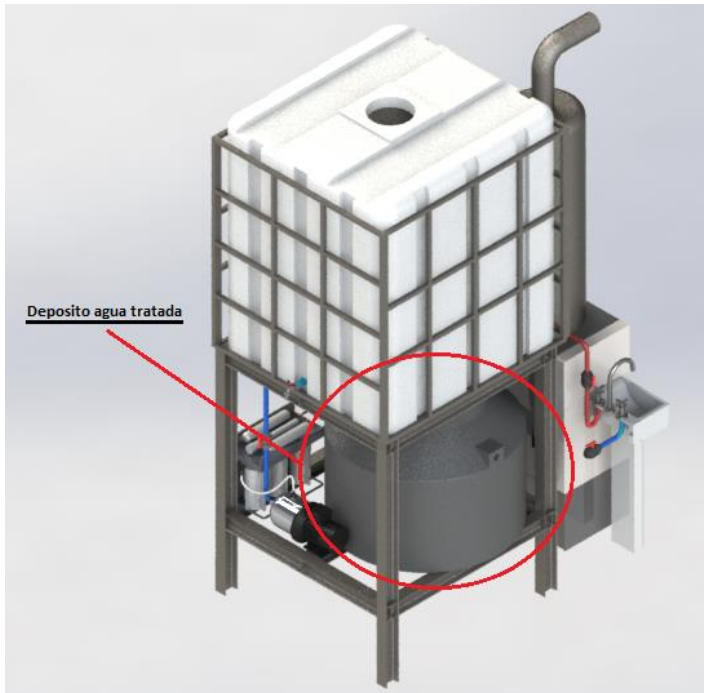


Ilustración 38 Ubicación del depósito



Ilustración 36 Depósito seleccionado

8.6.5. S-GS-B01-TD -Torre de los depósitos de agua Ver plano: 13-Torred

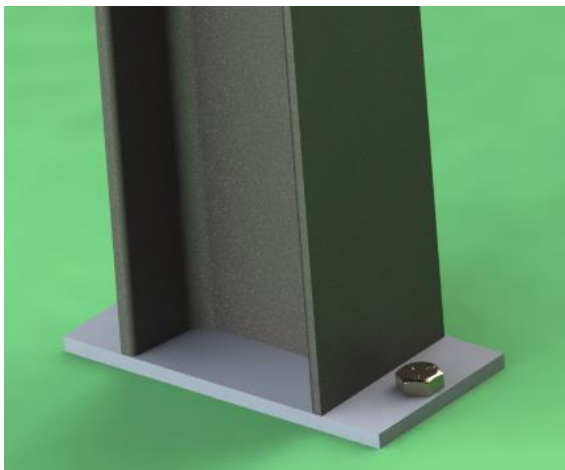


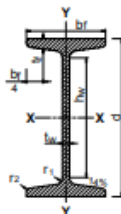
Ilustración 39 Sujeción al container



Ilustración 37 Torre de depósitos

Selección del perfil para la fabricación de la torre, se elige un perfil IPN:

**IPN según
IRAM-IAS
U 500-511**



A_g = Área bruta de la sección transversal.
 I = Momento de Inercia de la sección.
 respecto de los ejes principales.
 $r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro .
 S = Módulo resistente elástico de la sección.
 Q = Momento estático de media sección.
 Z = Módulo plástico de la sección.

Designación	Dimensiones						Relaciones		Ag cm ²	Peso Kg/m	X - X					Y - Y					
	d	bf	tf	hw	tw	r ₁	r ₂	bf/2tf			hw/tw	I _x	S _x	r _x	Q _x	Z _x	I _y	S _y	r _y	Q _y	1,5.S _y
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm			cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ³	
80	80	42	5,9	59	3,9	2,3	3,56	15,1	7,57	5,94	77,8	19,5	3,20	11,4	22,8	6,29	3,00	0,91	2,46	4,50	4,93
100	100	50	6,8	75	4,5	2,7	3,68	16,7	10,6	8,34	171	34,2	4,01	19,9	39,8	12,2	4,88	1,07	4,02	7,32	8,04
120	120	58	7,7	92	5,1	3,1	3,77	18,0	14,2	11,1	328	54,7	4,81	31,8	63,6	21,5	7,41	1,23	6,12	11,12	12,24
140	140	66	8,6	109	5,7	3,4	3,84	19,1	18,2	14,3	573	81,9	5,61	47,7	95,4	35,2	10,7	1,40	8,85	16,05	17,70
160	160	74	9,5	125	6,3	3,8	3,89	19,8	22,8	17,9	935	117	6,40	68,0	136	54,7	14,8	1,55	12,28	22,20	24,55
180	180	82	10,4	142	6,9	4,1	3,94	20,6	27,9	21,9	1450	161	7,20	93,4	187	81,3	19,8	1,71	16,50	29,70	33,00
200	200	90	11,3	159	7,5	4,5	3,98	21,2	33,4	26,2	2140	214	8,00	125	250	117	26,0	1,87	21,58	39,00	43,16

Para la construcción de la torre se utilizarán 16 metros de perfil IPN aproximadamente, unidas mediante soldaduras.

La torre será amurada al container, mediante bulones, como se muestra en la ilustración 31.

8.7. S-GS-H01 - Horno



Ilustración 40 Horno seleccionado

Para poder verificar el calor (Q) que pueden aportar los gases y establecer si es viable o no la implementación del mismo, primeramente se pasa a determinar el valor de Q . De ser viable se continúa con los cálculos.

Entonces el calor Q aportado será:

$$Q = \dot{m} \times c_p \times \Delta T$$

Dónde:

\dot{m} : Flujo másico de gases (12 kg/h)

c_p : Poder calorífico (0,3 kcal/kg°C)

ΔT : Salto térmico

Se toma como temperatura de entrada de los gases al horno 500°C y como salida 250°C.

$$Q = \frac{12\text{kg}}{\text{h}} \times \frac{0,3\text{kcal}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \times (500^\circ\text{C} - 250^\circ\text{C}) = 900\text{kcal/h}$$

Este valor es muy bajo en consideración a lo que necesitamos para un horno, por este motivo se descarta la opción de incorporar un horno abastecido por los gases de escape. A pesar de la buena temperatura de los gases, estos no poseen un buen valor de calor específico, lo que lleva al bajo poder de transmisión de calor. Considerando también el bajo nivel de flujo de gases con el que se cuenta, ya que al ser un equipo de baja potencia el flujo es bajo, no ocurriría lo mismo de implementar un equipo generador de mayor dimensión lo cual escapa a los alcances.

TROMEN salamandras dispone de hornos a leña que reúnen las características buscadas para el presente proyecto. De esta empresa se selecciona un modelo de HORNO TRH. El cual cuenta con las siguientes características:

- Ladrillos refractarios en cámara de combustión y de cocción.
- Salida de humos de 4".
- Salida de vapores de comida 2".
- Puerta de cámara con vidrio visor.
- Termómetro de control de temperatura.
- Regulación de aire de entrada.
- Cobertura aislante sobre sus paredes.

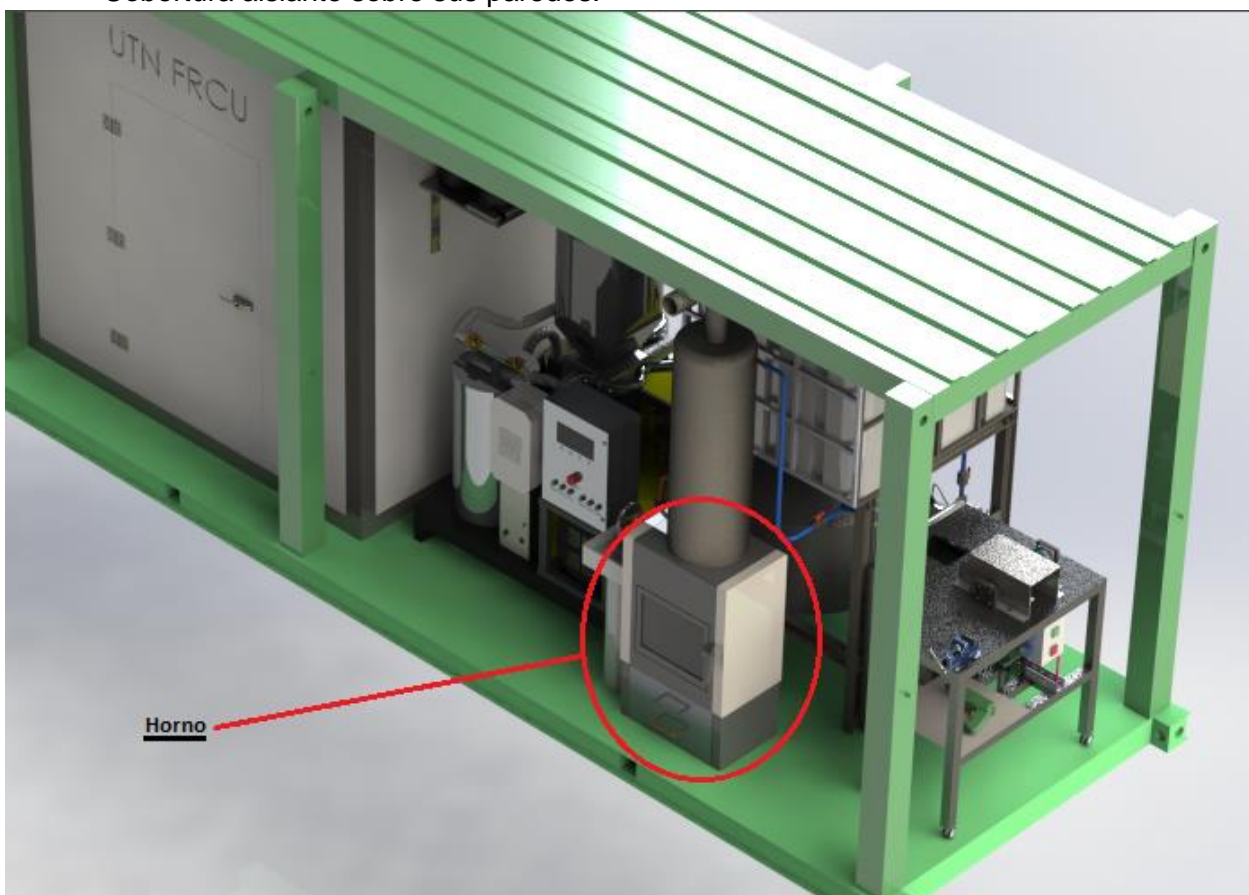


Ilustración 41 Ubicación del Horno

8.8. Sujeción del horno al container

Se realiza de la misma forma que la torre de los depósitos de agua, se anexa una planchuela al horno amurada con bulones al container. Evitando de esta forma que el subsistema se golpee o caiga durante el transporte, como así también evitando su caída a lo largo de su operatividad.

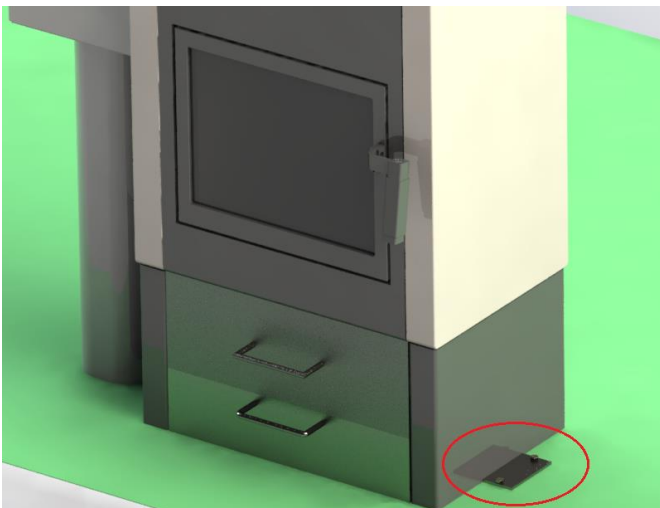


Ilustración 42 Fijación del horno

8.8.1. S-GS-H01-CA - Climatización de agua

Ver plano: 14-DepAC



Ilustración 43 Tanque de climatización

Debido a que solo se quiere aprovechar algo del calor perdido por los gases de escape del Horno no se realizan cálculos de transmisión de calor. Es necesario aclarar que al ser un

sistema aparte, solo se climatizará agua si se enciende el horno por algún motivo, que puede ser para la cocción de alimentos o exclusivamente para calentar el agua.

La climatización de agua se realiza por medio de un depósito metálico aislado diseñado específicamente para tal fin. Las dimensiones propuestas se detallan a continuación.

Altura de 1050 mm y un diámetro de 368mm.

Con estas dimensiones se procede a determinar el volumen de agua que podrá calentarse. De esta manera se obtendrán los valores siguientes:

$$A = \frac{\pi \times d^2}{4} = \frac{\pi \times (0,368m)^2}{4} = 0,106m^2$$

$$V = H \times A = 1,05m \times 0,106m^2 = 0,1113m^3$$

Este volumen pasado a litros es aproximadamente 110 litros de agua.

Estará construido de chapa de acero inoxidable recubierto con aislante térmico. Tanto la entrada como la salida de agua serán de un diámetro de 1/2", y la salida de los gases de 4".

Selección de chapa para el tacho:

Perímetro = $2\pi \times \text{radio} = 2\pi \times 368\text{mm} = 2312,21\text{mm}$

Alto = 1050mm

Chapa utilizada para la fabricación del tanque de agua caliente: 1250mmX2500mm

Medidas chapa AISI 1000 x 2000-1000 x 3000-1250 x 2500-1250 x 3000-1500 x 3000

CHAPA ACERO			CHAPA ALUMINIO		CHAPA INOXIDABLE	
PULG	MILIMETRO	PESO POR M2	MILIMETRO	PESO POR M2	MILIMETRO	PESO POR M2
Nº 26	0,45	3,56	0,2	0,54	0,2	1,6
Nº 24	0,56	4,35	0,25	0,68	0,25	2
Nº 22	0,7	5,54	0,3	0,81	0,3	2,4
Nº 20	0,9	7,12	0,4	1,08	0,4	3,2
Nº 18	1,25	9,9	0,5	1,35	0,5	4
Nº 16	1,6	12,6	0,6	1,62	0,6	4,8
Nº 14	2	15,84	0,7	1,89	0,7	5,6
Nº 12	2,5	19,8	0,7	1,89	0,8	6,4
1/8 pulg.	3,2	25,12	0,8	2,16	0,9	7,2
3/16 pulg.	4,75	37,7	0,9	2,43	1	8
1/4 pulg.	6,35	50,24	1	2,7	1,25	10
5/16 pulg.	8	62,8	1,25	3,38	1,5	12
3/8 pulg.	9,5	75,36	1,5	4,05	1,75	14
1/2 pulg.	12,7	100,5	1,75	4,73	2	16
5/8 pulg.	15,8	125,6	2	5,4	2,25	18
3/4 pulg.	19,05	150,7	2,25	6,08	2,5	20
7/8 pulg.	22,2	175,85	2,5	6,75	3	24
1 pulg.	25,4	201	3	8,1	3,5	28

8.9. S-GS-E01 - Alimentación eléctrica

A continuación se enumeran los equipos con sus correspondientes consumos y potencia para determinar la potencia total instalada y de esta manera establecer la cantidad de energía.

Referencia	Consumo	Potencia	Energía diaria consumida
S-GS-R01-E	Evaporador	0,373 kW	8,952 kW-h
S-GS-R01-UC	Unidad Condensadora	0,5 kW	12 kW-h
S-GS-B01-B	Bomba Sumergible	0,37 kW	8,88 kW-h
S-GS-F01-B	Bomba Osmosis	0,55 kW	13,2 kW-h
S-GS-E01-I / R01-i	Iluminación	0,013 kW + 0,3 kW	7,5 kW-h
S-GS-E01-TC	Toma corriente	3 kW	72 kW-h
Total		5,12 kW	122,53 kW-h

Debido a que no todos los equipos funcionaran al mismo tiempo, se debe incluir un factor de servicio. El factor de servicio o de simultaneidad indica la máxima probabilidad de que ocurra de que todos los consumos estén funcionando al mismo tiempo.

Factor de servicio: 0,8

Potencia del Sistema: **4,1 kW**

Factor de potencia del sistema: $\cos \varphi = 0,9$

Potencia Máxima: $\frac{4,1 \text{ Kw}}{0,9} = 4,55 \text{ kVA}$

8.9.1. S-GS-B01-B - Bomba Grundfos sumergible

A continuación se presentan las características de la bomba seleccionada, de donde se tomarán los datos necesarios para el cálculo.

Tipo de bomba	Motor		Dimensiones [mm]				Peso neto [kg]		
	Tipo	Potencia [kW]	C	B		A		1x230V	3x230V 3x400V
				1x230V	3x230V 3x400V	1x230V	3x230V 3x400V		
SP 1A-9	MS 402	0.37	344	256	226	600	570	11	9
SP 1A-14	MS 402	0.37	449	256	226	705	675	12	10
SP 1A-18	MS 402	0.55	533	291	241	824	774	14	12

Potencia consumida: $P_{\text{Bomba-sumergida}} = 0,37 \text{ kW}$

Se calcula la corriente partiendo de la ecuación:

$$I_{bomba} = \frac{P}{U * \cos \varphi}$$

Dónde:

P: Potencia consumida [W]

U: Tensión (monofásica) [V]

$\cos \varphi$: Factor de potencia

Reemplazando los valores, obtenemos:

$$I_{bomba} = \frac{370W}{220V * 0,85} = 2A$$

Una vez obtenida la corriente que consume la bomba, hallaremos la sección del conductor del cable, la cual se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S_{bomba-sumergible} = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{\gamma * (\Delta U - 2 * 10^{-3} * \frac{x}{n} * L * I * \sin \varphi)}$$

En dónde:

$S_{bomba-sumergible}$: Sección del conductor [mm]

L: Longitud de la línea [m]

I: Intensidad de corriente [A]

γ : conductividad del conductor [$m/\Omega mm^2$]

ΔU : caída de tensión admisible

x: Reactancia de la línea [Ω/Km]

n: Número de conductores por fase

Si reemplazamos valores obtenemos:

$$S_{bomba-sumergible} = \frac{2 * 45m * 2A * 0,85}{44 * (6,6V - 2 * 10^{-3} * 0,012 * 45m * 2A * 0,53)} = 0,52 mm$$

8.9.1.1. Selección del conductor

Ya obtenida la corriente que circulara por el conductor y la sección del mismo, se selecciona un conductor de dos vías de la marca EMYSFLEX.

Sección nominal	Diámetro máximo de los alambres	Resistencia eléctrica a 20°C	Espesor aislante	Espesor vaina	Diámetro exterior aprox.	Resistencia de aislación a 70°C	Peso aprox.	Intensidad máxima admisible
mm ²	mm	Ω/km	mm	mm	mm	MΩ x km	kg/km	A
BIPOLAR								
2x0.75	0.21	26.0	0.6	0.8	6.3	0.012	54	7
2x1	0.21	19.5	0.6	0.8	6.6	0.010	62	10
2x1.5	0.26	13.3	0.7	0.8	7.6	0.010	84	17
2x2.5	0.26	7.98	0.8	1.0	9.3	0.0093	129	22
2x4	0.31	4.95	0.8	1.1	10.6	0.0076	178	30
2x6	0.31	3.30	0.8	1.3	12.6	0.0059	252	37
2x10	0.31	1.91	1.0	1.5	16.0	0.0056	412	52
2x16*	0.41	1.21	1.0	1.5	18.2	0.0049	570	71

La tabla que antecede indica el conductor seleccionado 2x0,75 mm, el cual se debe verificar por caída de tensión.

8.9.1.2. Verificación por caída de tensión

Para la verificación se aplica la siguiente ecuación:

$$\Delta U = \frac{100 * (R * I * L * \cos \varphi + X * I * L * \sin \varphi)}{U}$$

Dónde:

Valor de resistencia del cable: 26Ω/Km

Valor de reactancia del cable estimado: 0,08 Ω/Km

La caída de tensión porcentual en el cable se puede obtener a partir de la siguiente expresión:

$$\Delta U = \frac{100 * (R * I * L * \cos \varphi + X * I * L * \sin \varphi)}{U}$$

$$\Delta U = \frac{100 * (26 \Omega / Km * 0,045 Km * 2A * 0,85 + 0,08 \Omega / Km * 0,045 Km * 2A * 0,527)}{220V} = 1\%$$

La máxima caída de tensión porcentual admisible por norma AEA (Resolución N°207/95) es de 5% para el motor en estado de régimen. Por lo tanto el cable verifica por caída de tensión.

8.9.2. S-GS-F01-B - Bomba Altamira Osmosis

Las características de esta bomba se presentan a continuación:

TABLA DE ESPECIFICACIONES

CÓDIGO	HP	KW	FASES X VOLTS	AMP.	SUCCIÓN X DESCARGA	DMS*	PRESIÓN AL CIERRE (m/psi)	CARGA EN METROS (psi)									
								25	35	45	55	65	75				
								(35.5)	(49.7)	(63.9)	(78.1)	(92.3)	(106.5)				
								GASTO (litros por minuto)									
LOTUS50-4/1127			1 x 127	9													
LOTUS50-4/1230	0.75	0.55	1 x 230	5.2			51/72	66	47	22							
LOTUS50-4/3234			3 x 230/460	3 / 1.5													
LOTUS50-5/1127	1	0.75	1 x 127	10.8	1" x 1"	1.25"	64/91		61	45	26						
LOTUS50-5/1230			1 x 230	6													
LOTUS50-6/1127	1.2	0.9	1 x 127	14.2			76/108		66	56	44	28	20				
LOTUS50-6/1230			1 x 230	6.3													

Tomando los datos de la tabla anterior, determinamos la sección del conductor.

$$S_{bomba-osmosis} = \frac{2 * L * I * \cos \varphi}{\gamma * (\Delta U - 2 * 10^{-3} * \frac{x}{n} * L * I * \sin \varphi)}$$

$$S_{bomba-Sumergible} = \frac{2 * 5m * 5,2A * 0,85}{44 * (6,6V - 2 * 10^{-3} * 0,08 * 5m * 5,2A * 0,53)} = 0,152 \text{ mm}$$

8.9.2.1. Selección del conductor

De catálogo EMYSFLEX se selecciona un conductor.

Sección nominal	Diámetro máximo de los alambres	Resistencia eléctrica a 20°C	Espesor aislante	Espesor vaina	Diámetro exterior aprox.	Resistencia de aislación a 70°C	Peso aprox.	Intensidad máxima admisible
mm ²	mm	Ω/km	mm	mm	mm	MΩ x km	kg/km	A
BIPOLAR								
2x0.75	0.21	26.0	0.6	0.8	6.3	0.012	54	7
2x1	0.21	19.5	0.6	0.8	6.6	0.010	62	10

En este caso se selecciona el mismo conductor que el seleccionado para la bomba sumergible.

8.9.2.2. Verificación por caída de tensión

La verificación por caída de tensión porcentual se realiza a continuación.

$$\Delta U = \frac{100 * (R * I * L * \cos \varphi + X * I * L * \sin \varphi)}{U}$$

$$\Delta U = \frac{100 * (26 \Omega / Km * 0,005 Km * 5,2A * 0,85 + 0,08 \Omega / Km * 0,005 Km * 5,2A * 0,527)}{220V} = 0,3\%$$

Con este valor podemos afirmar que el conductor seleccionado verifica a la caída de tensión.

8.9.3. S-GS-E01-R01 - Cámara de frío

Se debe dimensionar el conductor para dos dispositivos en la cámara. El evaporador y la unidad condensadora.

8.9.3.1. S-GS-E01-R01-E - Evaporador

El evaporador seleccionado es de la empresa Capozucca y sus características se presentan a continuación.

SERIE FLV	APROX. HP	CAPACIDAD FRIG./H	
		TEMP. DE EVAP. -8°C	
		Dt 8K	Dt 10K
FLV-15-M	1/5	270	350
FLV-14-M	1/4	340	450
FLV-13-M	1/3	400	520
FLV-12-M	1/2	580	780

Potencia consumida

$$P_{evaporador} = 0,373 Kw = 373W$$

Se puede ver que la potencia es la misma que la bomba sumergible, por lo cual se selecciona el mismo diámetro de conductor, solo varía la distancia que existe entre la alimentación y el aparato. Por lo cual se verifica por caída de tensión.

Sección nominal	Diámetro máximo de los alambres	Resistencia eléctrica a 20°C	Espesor aislante	Espesor vaina	Diámetro exterior aprox.	Resistencia de aislación a 70°C	Peso aprox.	Intensidad máxima admisible
mm ²	mm	Ω/km	mm	mm	mm	MΩ x km	kg/km	A
BIPOLAR								
2x0.75	0.21	26.0	0.6	0.8	6.3	0.012	54	7
2x1	0.21	19.5	0.6	0.8	6.6	0.010	62	10

Verificación por caída de tensión

Extrayendo nuevamente las características del cable se tiene:

Resistencia del cable: $26 \Omega / Km$

Reactancia del cable estimado: $0,08 \Omega / Km$

Partiendo desde: $\Delta U = \frac{100 * (R * I * L * \cos \varphi + X * I * L * \sin \varphi)}{U}$

$$\Delta U = \frac{100 * (26 \Omega / Km * 0,01 Km * 2A * 0,85 + 0,08 \Omega / Km * 0,01 Km * 2A * 0,527)}{220V} = 0,5\%$$

Tal como en los casos anteriores, el conductor verifica a la caída de tensión.

8.9.3.2. S-GS-E01-R01-UC - Unidad condensadora

Se elige el conductor teniendo en cuenta la corriente nominal del equipo, dato que se obtiene de la potencia que indica la tabla de características.

Condición	Voltaje de prueba	Capacidad de refrigeración			Potencia de entrada	Eficiencia			TEMPERATURA EVAPENTE	COND TEMP	TEMPERATURA AMBIENTE	GAS DEVUELTO	TEMPERATURA LIQUIDA
		Btu / h	kcal / h	W	W	Btu / Wh	kcal / Wh	W / W					
ASHRAE	220 V ~ 50 HZ	4250	1071	1248	500	8.5	2.14	2.40	7.2 °C (45 °F)	54 °C (130 °F)	35 °C (95 °F)	35 °C (95 °F)	46 °C (115 °F)

Potencia consumida: $P_{Condensador} = 0,5 Kw = 500W$

Amperaje nominal a 50 Hz es $I = 2,14 A$

Resistencia del cable: $4,95 \Omega / Km$

Cálculo del conductor.

Retomando la ecuación utilizada con anterioridad para la determinación de la sección tendremos.

$$S_{Condensador} = \frac{2 * 5m * 2,14A * 0,85}{44 * (6,6V - 2 * 10^{-3} * 0,08 * 5m * 2,14A * 0,53)} = 0,06 mm$$

Verificación por caída de tensión

$$\Delta U = \frac{100 * (R * I * L * \cos \varphi + X * I * L * \sin \varphi)}{U}$$

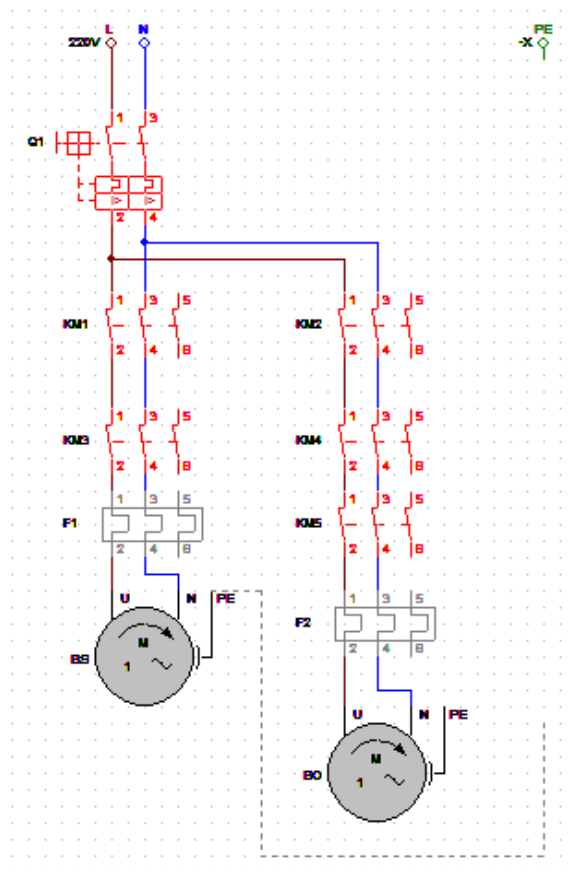
$$\Delta U = \frac{100 * (26 \Omega / Km * 0,005 Km * 2,14A * 0,85 + 0,08 \Omega / Km * 0,005 Km * 2,14A * 0,52)}{220V} = 0,12\%$$

Valor porcentual que nos afirma la verificación del conductor seleccionado.

8.9.4. Comando de bombas

8.8.5 S-GS-DEPA - Diagrama de potencia automático

Se utiliza el software Cade_simu para representar y simular el circuito de potencia de las bombas de agua, el cual se puede divisar a continuación.



Siendo:

- Alimentación del circuito 220V
- $Q_1 = \text{Termomagnética}$
- F_1 y $F_2 = \text{Reles Térmicos}$
- $KM_1, KM_2, KM_3, KM_4 = \text{Contactores}$
- BS = Bomba sumergida
- Bo = Bomba presurizadora

Ilustración 44 Circuito de potencia automático

En el diagrama se encuentran los símbolos que representan los dispositivos integrantes del sistema de bombeo: bombas, contactores, relé térmicos y las termomagnéticas.

En el circuito cuenta con boyas de nivel, que automatizan el funcionamiento de las bombas. Cuando alguno de los depósitos no tiene el nivel suficiente, se accionara el contactor, dando marcha automáticamente a la bomba que alimenta dicho recipiente, también darán el corte de alimentación a estas bombas cuando el nivel sea el requerido.

A su vez estas boyas, están conectadas de forma que, si el depósito de agua cruda se encuentra vacío, no arranque la bomba presurizadora, evitando así, que esta última funcione en vacío.

A continuación podemos ver el circuito de mando automático de las bombas de agua, también se presenta un esquema gráfico de los componentes de mando y control.

8.8.6 S-GS-DEMA - Diagrama de mando

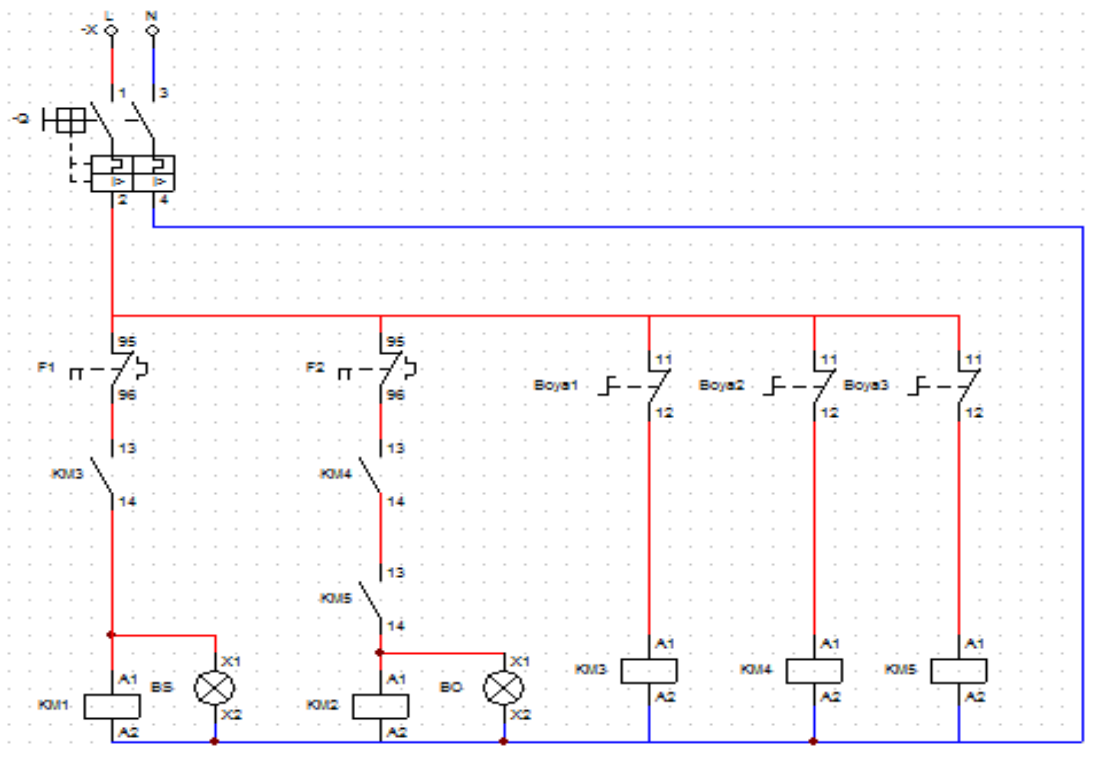


Ilustración 45 Circuito de mando automático

Siendo:

- Alimentación del circuito 24V
- $Q_1 = \text{Termomagnética}$
- F_1 y $F_2 = \text{Reles Térmicos}$
- $KM_1, KM_2, KM_3, KM_4 = \text{Contactores}$
- BS = Bomba sumergida
- Bo = Bomba presurizadora
- Boya1, Boya2, Boya3 = Boyas de nivel

8.8.7 S-GS-DEGA - Diagrama gráfico

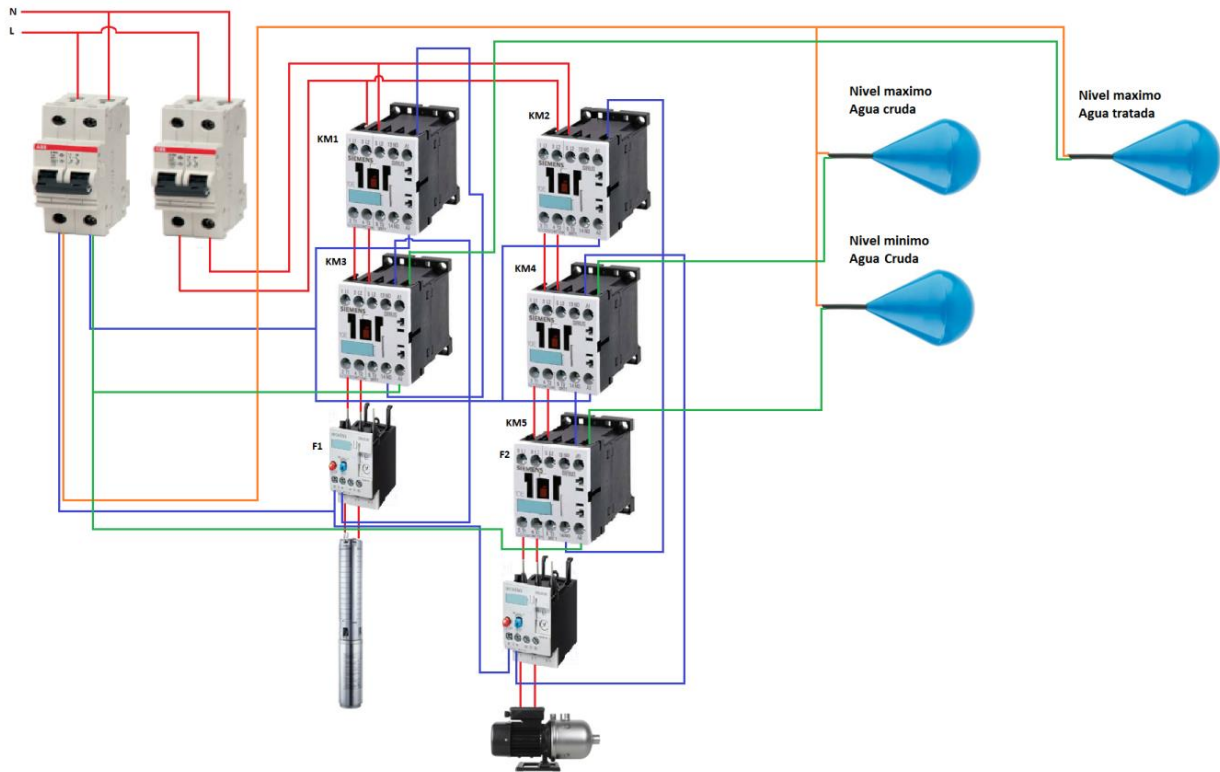
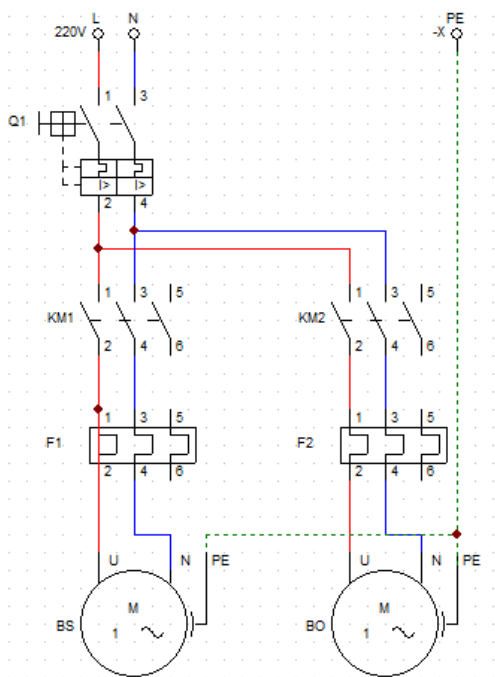


Ilustración 46 Esquematización de mando

Esta imagen muestra en 3D los dispositivos interviniente en el circuito eléctrico automático, ayudando al lector a entender de forma visual como sería el mismo.

8.8.8 Circuito eléctrico Manual:

8.8.9 S-GS-DEPM - Diagrama de potencia manual



Siendo:

- Alimentación del circuito 220V
- $Q_1 = \text{Termomagnética}$
- F_1 y $F_2 = \text{Reles Térmicos}$
- KM_1 y $KM_2 = \text{Contactores}$
- BS = Bomba sumergida
- Bo = Bomba presurizadora

Ilustración 47 Circuito de Potencia manual

El control de las bombas de agua, tanto la de pozo, como la presurizadora, se pueden comandar de forma manual, accionándolas mediante un pulsador, esto quiere decir que se debe dar marcha y parada cuando sea necesario, o sea cuando el depósito esté vacío, o cuando haya alcanzado su nivel máximo.

Sin dudas, el sistema automático brinda mayor facilidad de operación y menor personal capacitado para el manejo del sistema.

8.8.10 S-GS-DEMM - Diagrama de mando manual

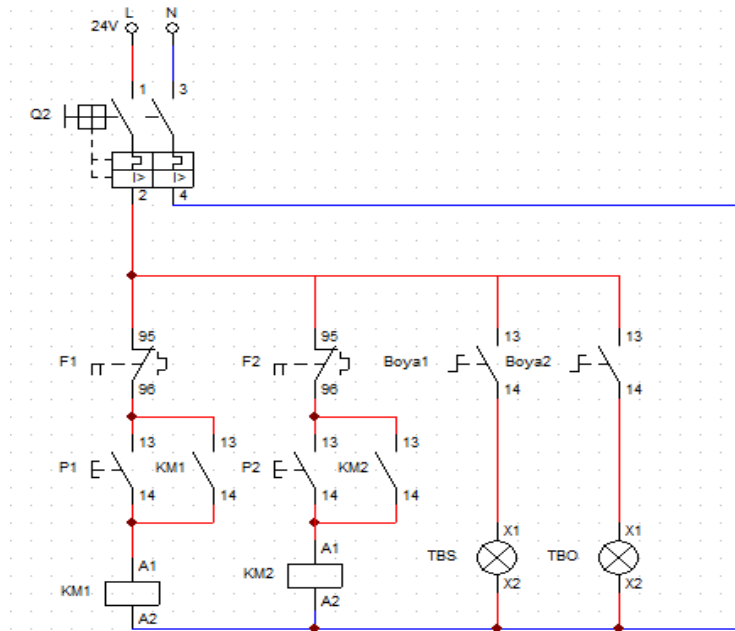


Ilustración 48 Circuito de Mando manual

Siendo:

- Alimentación del circuito 24V
- $Q_2 =$ Termomagnética
- F_1 y $F_2 =$ Relés Térmicos
- KM_1 y $KM_2 =$ Contactores
- BS = Bomba sumergida
- Bo = Bomba presurizadora
- P_1 y $P_2 =$ Pulsadores

8.8.11 S-GS-DEPM - Diagrama gráfico manual

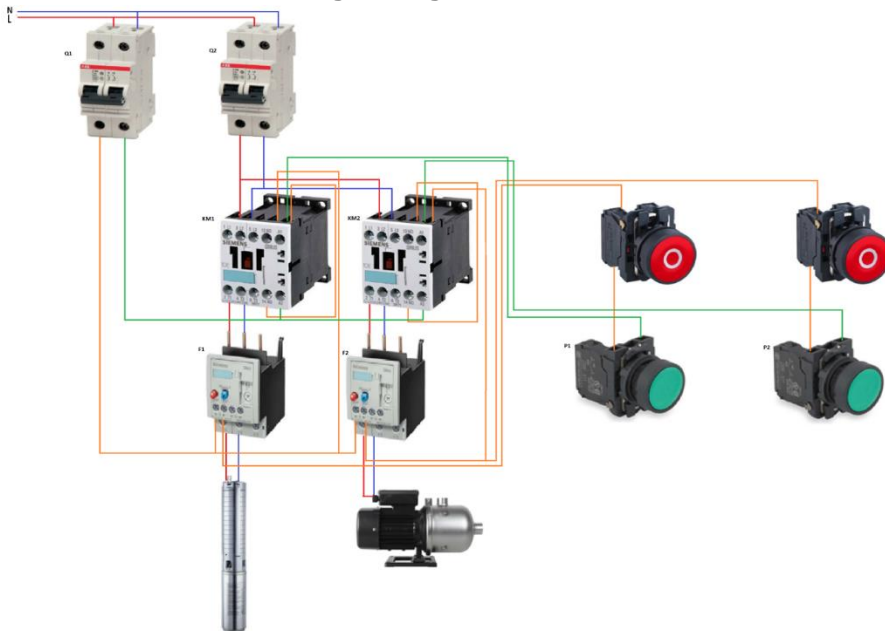


Ilustración 49 Esquematización de mando manual

Esta imagen muestra en 3D los dispositivos interviniente en el circuito eléctrico manual, ayudando al lector a entender de forma visual como sería el mismo.

8.9.4.1. Selección de los elementos eléctricos

Se seleccionarán los elementos necesarios para el control de las bombas de agua, tales como contactores, relé térmicos, indicadores, etc.

8.8.4.2 S-GS-E01-B01-C - Contactores

Se seleccionan contactores de la marca Siemens. Para el accionado automático que se ha presentado con anterioridad es necesario contar con cinco (5) contactores de iguales características.



3RT20 1-1A...

Datos asignados en la categoría de uso			Contactos auxiliares		Tensión asignada de mando U_c a 60 Hz	PE	Bornes de tornillo
AC-2 y AC-3, T_{ij} : hasta 60 °C		AC-1, T_{ij} : 40 °C	Nº caract.	Versión			Referencia
Intensidad de empleo I_n hasta 400 V	Fuerza de motores trifásicos a 50/60 Hz y 400 V	Intensidad de empleo I_n hasta 690 V		NA NC	V AC		
A	kW	A					
Para fijación por tornillos y por abroche en perfil TH 35							
Tamaño S001 ²⁾							
7	3	18	10	1	—	24	▶ 3RT20 15-1AB01
						110	▶ 3RT20 15-1AK61
						230	▶ 3RT20 15-1AN61
						440	▶ 3RT20 15-1AR61
9	4	22	10	1	—	24	▶ 3RT20 16-1AB01
						110	▶ 3RT20 16-1AK61

Ilustración 50 Características del contactor

Se seleccionan cinco (5) contactores clase 1AB01 con intensidad de trabajo hasta 7 A.

8.8.4.3 S-GS-E01-B01-RT - Relé térmico para las Bombas

Como protección de los equipos se incorporan relés térmicos, los cuales se selecciona teniendo en cuenta la corriente nominal de trabajo de las bombas.

Se selecciona el mismo para las das bombas.

En la siguiente imagen se presentan las características del relé seleccionado, el mismo será de la marca Siemens.



3RU21 16-4AB0

Tamaño contactor ¹⁾	Potencia de empleo para motor trifásico, valor asignado ²⁾	Valor de ajuste de la corriente del disparador de sobrecarga en función de la intensidad	Protección contra cortocircuitos con fusible, tipo de coordinación "2", clase de servicio gG ³⁾	PE ⁷⁾	Bornes de tornillo
	kW	A	A		Referencia
Tamaño S00					
S00	0,04	0,11... 0,16	0,5	▶ 7)	3RU21 16-0AB □
	0,06	0,14... 0,2	1	▶ 7)	3RU21 16-0BB □
	0,06	0,18... 0,25	1	▶ 7)	3RU21 16-0CB □
	0,09	0,22... 0,32	1,6	▶ 7)	3RU21 16-0DB □
	0,09	0,28... 0,4	2	▶ 7)	3RU21 16-0EB □
	0,12	0,35... 0,5	2	▶ 7)	3RU21 16-0FB □
	0,18	0,45... 0,63	2	▶ 7)	3RU21 16-0GB □
	0,18	0,55... 0,8	4	▶ 7)	3RU21 16-0HB □
	0,25	0,7... 1	4	▶ 7)	3RU21 16-0JB □
	0,37	0,9... 1,25	4	▶ 7)	3RU21 16-0KB □
	0,55	1,1... 1,6	6	▶ 7)	3RU21 16-1AB □
	0,75	1,4... 2	6	▶ 7)	3RU21 16-1BB □
	0,75	1,8... 2,5	10	▶ 7)	3RU21 16-1CB □
	1,1	2,2... 3,2	10	▶ 7)	3RU21 16-1DB □
	1,5	2,8... 4	16	▶ 7)	3RU21 16-1EB □
	1,5	3,5... 5	20	▶ 7)	3RU21 16-1FB □

Ilustración 51 Características del relé

8.8.4.4 S-GS-E01-B01-I - Indicadores

Estos indicadores nos permiten visualizar si la bomba está o no encendida, mediante la diferenciación de los colores rojos (apagado) y verde (encendido). Se seleccionan dos indicadores, uno color rojo y otro verde.

Versión	Color de la lente	PE	Referencia	TE*
Elementos de señalización con soporte				
<p>Lámparas de señalización Con lente de anillos concéntricos</p>	Rojo		3SB30 01-6BA20	1 UD
	Amarilla		3SB30 01-6BA30	1 UD
	Verde		3SB30 01-6BA40	1 UD
	Azul		3SB30 01-6BA50	1 UD
	Blanco		3SB30 01-6BA60	1 UD
Versión	Uso	PE	Referencia	TE*

Ilustración 52 Características del indicador

8.8.4.5 S-GS-E01-B01-DD - Disyuntor diferencial

Para proteger a los operarios o usuarios del equipo, ya sea de un contacto directo o indirecto, se selecciona un disyuntor diferencial de la marca Siemens, teniendo en cuenta la intensidad de trabajo y la sensibilidad.

Datos para selección y pedidos

Sensibilidad asignada	Intensidad asignada	Fusible preconectado máx. admisible	Piezas por empaque	Número de catálogo
I _{An} mA	I _n A			
Interruptores diferenciales tipo A instantáneos				
Conexión del conductor N a la derecha				
1P+N; 125 V... 230 V AC, 50... 60 Hz				
10	16	63	1	5SM3 111-0
30	25		1	5SM3 312-0
30	40		1	5SM3 314-0



Ilustración 53 Características del disyuntor

8.8.4.6 S-GS-E01-B01-ITM - Interruptor termo magnético



Ilustración 54 Termomagnética

Para la protección de los equipos se incorpora un interruptor termo magnético bipolar de 16A, de marca Siemens.

8.8.4.7 S-GS-E01-B01-FT - Fuentes de alimentación

Hoja de datos

6EP3333-8SB00-0AY0

SITOP PSU8200 24 V/5 A
SITOP PSU8200 24 V/5 A Fuente de alimentación estabilizada
entrada: AC 120/230 V salida: DC 24 V/5 A



Ilustración 55 Fuente de Tensión

Para la alimentación de los componentes eléctricos del circuito de mando se selecciona una fuente de tensión de 24 voltios, la cual es seleccionada de la empresa Siemens y se opta por un modelo SITOP SPU8200. La cual nos brinda una tensión de salida de 24 V y 5 A de corriente continua. Esta corriente está por encima de los consumos de las bobinas de los contactores, por lo que será más que suficiente.

8.8.4.8 S-GS-E01-B01-CN - Control de nivel eléctrico

Será el encargado de controlar el nivel de agua del tanque principal y el de agua filtrada, por lo que dará inicio o no a las bombas intervinientes. En la ilustración siguiente se detalla su funcionamiento y a continuación el equipo seleccionado.

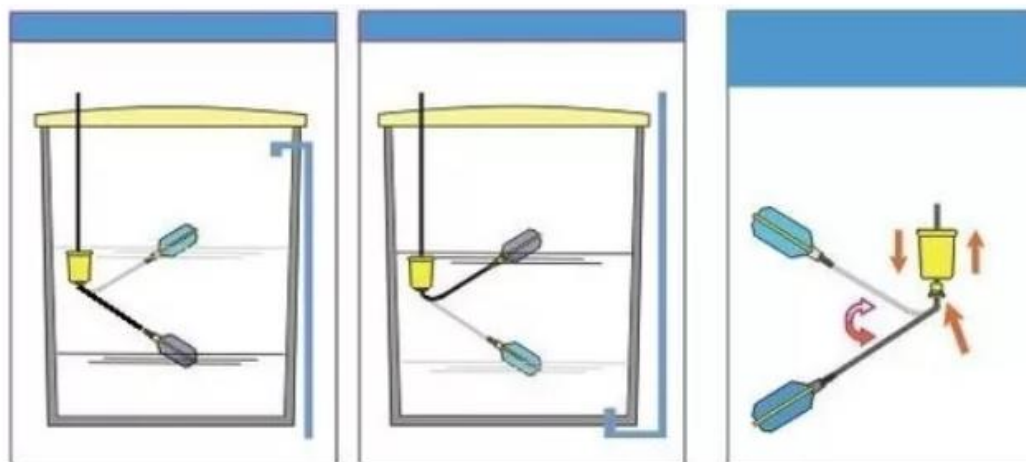


Ilustración 56 Caracterización del funcionamiento del control

Se selecciona un control de nivel automático para bombas marca **Rotoplas** modelo **AT2** que posee las siguientes características.

- Control de nivel a bolas
- Largo del cable 2 m
- Apto para cisterna o tanque elevado
- Totalmente hermético
- Grado de protección IP-68



Ilustración 57 Control de nivel

8.10. S-GS-MT01 - Mesa de trabajo

Ver plano: 11-Mtrab



Ilustración 58 Representación general de la mesa de trabajo

8.10.1. S-GS-MT01-M – Mesa

Ver plano: 11-Mtrab



Ilustración 59 Mesa de trabajo

La mesa de trabajo se va a ensamblar con caño estructural cuadrado de 40x40 mmm, espesor 2mm. Específicamente serán utilizados aproximadamente 14 metros de caños para el armado, también se utilizará una chapa de acero negro como encimera, siendo de 3x1.5 metros, esta última será recortada de la forma como se muestra en la imagen siguiente.

Su altura se determina teniendo en cuenta el tipo de trabajo a realizar. Como mayormente se destinará al acondicionamiento de la biomasa, lo cual se realizará parado, la mesa tendrá una altura de trabajo de 0.85 metros.

8.10.2. S-GS-MT01-SB - Sierra circular de banco

8.10.2.1. S-GS-MT01-SB-M - Selección del motor

De catálogo WEG se selecciona un motor monofásico de 2 hp de potencia, el cual tendrá las siguientes características:

Será un motor monofásico para 50 Hz de frecuencia de dos polos y una velocidad de rotación de 2880 rpm.



Ilustración 60 Motor seleccionado

Potencia		Carcasa	Par nominal Tn (kgfm)	Corriente con rotor trabado Ii/In	Par con rotor trabado Ti/Tn	Par Máximo Tb/Tn	Momento de inercia J (kgm ²)	Tiempo máximo con rotor trabado (s)	Peso (kg)	Nivel de ruido dB (A)	RPM	% de la potencia nominal						Corriente nominal In (A)	
												Rendimiento			Factor de potencia				
kW	HP											50	75	100	50	75	100	220 V	440 V
11 polos																			
0,18	0,25	63	0,064	4,0	0,7	2,0	0,0002	10	9,0	47	2750	50,0	57,0	63,0	0,86	0,92	0,94	1,45	0,725
0,25	0,33	63	0,087	3,8	0,8	2	0,0002	6	9,6	47	2795	48,0	55,0	62,0	0,77	0,84	0,88	2,10	1,05
0,37	0,5	71	0,129	3,9	0,8	2	0,0005	10	11,2	57	2800	60,0	66,0	70,0	0,90	0,95	0,99	2,40	1,20
0,55	0,75	71	0,190	4,5	0,7	1,6	0,0006	10	11,8	57	2820	63,0	70,0	73,0	0,98	0,99	0,99	3,46	1,73
1,1	1,5	80	0,372	7,3	0,5	1,7	0,0010	10	17,5	62	2880	62,0	68,0	70,0	0,97	0,98	0,99	7,22	3,61
1,5	2	90L	0,507	5,5	0,5	2,6	0,0028	10	28,0	66	2880	63,0	73,0	78,0	0,95	0,97	0,98	8,92	4,46

Ilustración 61 Características del motor seleccionado

8.10.2.2. S-GS-MT01-SB-T01-C - Calculo de Correa

Mediante el uso del catálogo Dunlop se realizara un cálculo aproximado de los elementos de transmisión a usar en la cierra circular

Para un servicio de uso normal en página 8 del catálogo se tiene:

$f_s = 1,3$ (Para maquinas herramientas con accionamiento mediante motor eléctrico de corriente alterna de alto torque, con 8 horas de servicio normal).

Este factor de servicio se debe corregir teniendo en cuenta a las condiciones ambientales en las que se encuentra trabajando, teniendo en cuenta polvillo originado por los cortes de madera tenemos:

$$f_{sc} = 1,3 + 0,1 = 1,4$$

Determinación de la potencia del sistema:

$$N_s = f_{sc} * N = 1,4 * 2 \text{ HP} = 2,8\text{HP}$$

Determinación de la sección de la correa.

De catálogo Dunlop:

Se determina dicha sección mediante el Gráfico N° 1 página 39 del en función de la potencia a transmitir corregida y las revoluciones por minuto de la polea menor:

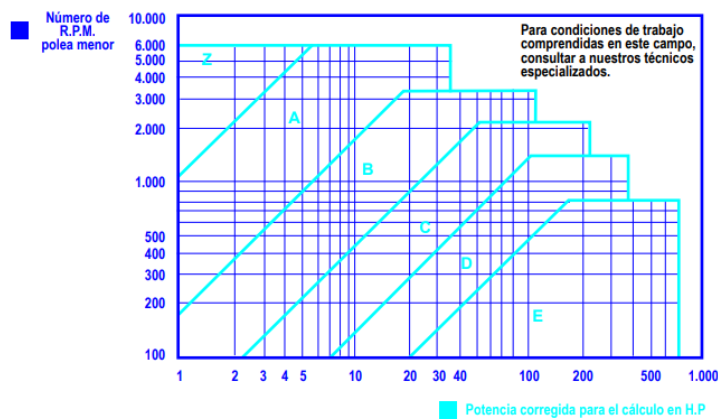
Hipótesis:

Rpm motor monofásico 2 Hp 2800 rpm

$$S_c = \frac{R.P.M (polea menor)}{Potencia corregida}$$

Con estos datos y del grafico

GRAFICO N° 1 PARA LA ELECCION DE LA SECCION DE LA CORREA



Mediante el gráfico se determina la sección tipo A

Relación de transmisión:

$$K = \frac{N}{n} = \frac{D}{d}$$

$$K = \frac{N}{n} = \frac{2800}{1400} = 2$$

K = Relación de transmisión

N = cantidad de revoluciones por minuto de polea menor

n = cantidad de revoluciones por minuto de polea mayor

D = Diámetro de la polea mayor

d = Diámetro de la polea menor

Elección de los diámetros primitivos de las poleas

Tabla Nº 1							Tabla Nº 1						
φ mm	Z	A	B	C	D	E	φ mm	Z	A	B	C	D	E
50							315		••	••	••		
53							355		•	•	•	••	
56							375			•	•	•	
60	•						400		••	••	••	••	
63	••						425			•	•	•	
67	•						450		•	•	•	••	
71	••						475					•	
75	•	•					500		••	••	••	••	••
80	••	•					530						•
90	•	••					560		•	•	•	•	••
95		•					600			•	•	•	•
100	••	••					630		••	••	••	••	••
106		•					670						•
112	•	••	•				710		•	•	•	•	••
118		•	•				750			•	•	•	
125	••	••	•				800			••	••	••	••
132		•	•				900			•	•	•	•
140	•	••	••				1000			••	••	••	••
150	•	•	•				1060					•	
160	••	••	••				1120				•	•	•
170			•				1250				••	••	••
180	•	••	••	•			1400			•	•	•	
200	••	••	••	••			1500				•	•	•
212				•			1600			••	••	••	
224	•	•	•	••			1800				•	•	
236				•			1900					•	
250	•	••	••	••			2000				••	••	
265				•			2240					•	
280		•	•	••			2500					••	
300		•	•	•			3000					••	

Según normas BS 3790 • Diámetro especificado. •• Diámetro especialmente recomendado.

Conociendo el diámetro primitivo de la polea menor (d) se obtiene el diámetro primitivo de la polea mayor con la fórmula siguiente:

$$D = K * d = 2 * 90mm = 180 mm$$

Si estuviera fijado el diámetro primitivo de la polea mayor (D), el diámetro primitivo de la polea menor se obtienen con la fórmula:

$$d = \frac{D}{K} = \frac{180 mm}{2} = 90mm$$

Distancia entre ejes:

$$I \leq \frac{(K + 1) * d}{2} + d = \frac{(2 + 1) * 90mm}{2} + 90mm = 225mm$$

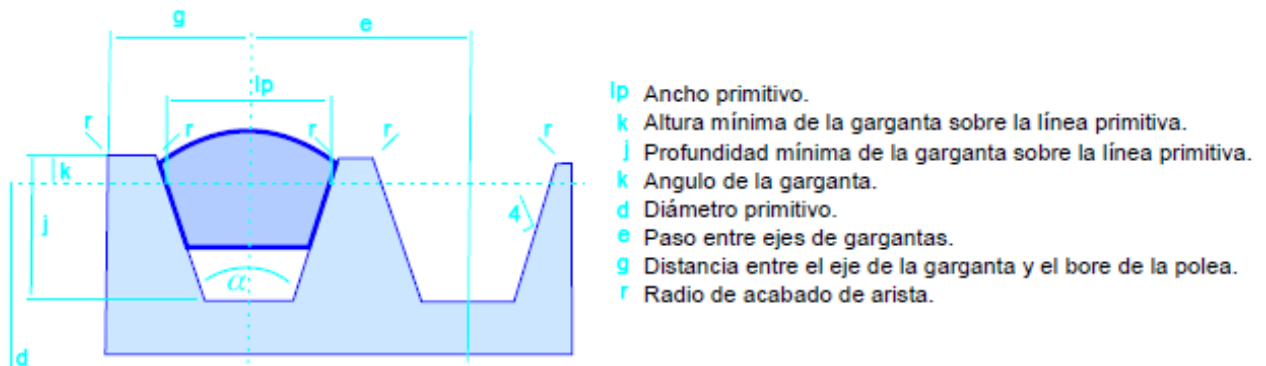
Longitud primitiva de la correa:

$$L = 2 * I + 1,57 * (D + d) + \frac{(D + d)^2}{4 * I} = 954,9 mm$$

Tabla Nº 6 Longitud primitiva nominal						
Correa (in)	Sección Z (mm)	Sección A (mm)	Sección B (mm)	Sección C (mm)	Sección D (mm)	Sección E (mm)
15	-	414	-	-	-	-
16	-	439	-	-	-	-
17	-	465	-	-	-	-
18	482	490	-	-	-	-
19	508	516	-	-	-	-
20	533	541	-	-	-	-
21	558	566	-	-	-	-
22	584	592	-	-	-	-
23	609	618	-	-	-	-
24	635	641	-	-	-	-
25	660	670	-	-	-	-
26	685	694	-	-	-	-
27	711	718	-	-	-	-
28	735	756	-	-	-	-
29	762	774	771	-	-	-
30	787	794	796	-	-	-
31	812	822	822	-	-	-
32	838	853	859	-	-	-
33	863	880	870	-	-	-
34	889	906	899	-	-	-
35	914	922	928	-	-	-
36	939	954	962	-	-	-
37	965	978	981	-	-	-
38	990	1001	1004	-	-	-
39	1016	1029	1032	-	-	-
40	1041	1052	1054	-	-	-

Correa N° = 36

Fcl = Factor de corrección: 0,875



Sección de Correa	ip (mm)	k (mm)	j (mm)	e (mm)	g (mm)	$\Delta \alpha$
Z	8.5	2.5	7	12 ± 0.3	8 ± 1	$\pm 1^\circ$
A	11	3.3	8.7	16 ± 0.3	$9.5 \pm 2_0$	$\pm 1^\circ$
B	14	4.2	10.8	19 ± 0.4	$12.5 \pm 3.8_0$	$\pm 1^\circ$
C	19	5.7	14.3	25.5 ± 0.5	$17.5 \pm 3.8_0$	$\pm 1/2^\circ$
D	27	8.1	19.9	36.5 ± 0.6	$22.2 \pm 6.35_0$	$\pm 1/2^\circ$
E	32	9.6	23.4	44.5 ± 0.7	$28.5 \pm 6.35_0$	$\pm 1/2^\circ$

Determinación del arco de contacto en grados:

$$F_c = 180^\circ - \frac{57 \cdot (D-d)}{l} = 180^\circ - \frac{57 \cdot (180\text{mm} - 90\text{mm})}{225\text{mm}} = 157.2^\circ$$

Factor de corrección del arco de contacto:

Para 157° Fc = 0.94

Arco de contacto sobre polea menor	Poleas acanaladas	Poleas acanalada/plana
180°	1.00	0.75
175°	0.99	0.76
170°	0.98	0.77
167°	0.97	0.78
164°	0.96	0.79
160°	0.95	0.80
157°	0.94	0.81
154°	0.93	0.81
150°	0.92	0.82
147°	0.91	0.83
144°	0.90	0.83
140°	0.89	0.84

Velocidad de la correa:

$$V_t = \frac{\pi \cdot d \cdot N}{60 \cdot 1000} = \frac{\pi \cdot 90\text{mm} \cdot 2800\text{mm}}{60 \cdot 1000} = 13,19 \text{ m/s}$$

Prestación base en HP

$$P_{bk} = P_b + \text{Adicional por relación de transmisión} = 2,34 + 0,47 = 2,81$$

$$P_e = P_{bk} \cdot F_{cl} \cdot F_c = 2,81 \cdot 0,875 \cdot 0,94^\circ = 2,31$$

Determinación de la cantidad de correas

$$\text{Cant. de correas} = \frac{\text{Potencia corregida}}{\text{Potencia efectiva por correa}} = \frac{2,8\text{HP}}{2,31} = 1,21 \text{ correas}$$

Mediante estos cálculo se puede verificar que con una sola correa el sistema de sierra circular funcionaria. A su vez se determinó los diámetros de las poleas y largo de la correa.

8.10.2.3. S-GS-MT01-SB-E - Calculo del eje

Tomando como punto de partida, la fuerza a la que estará sometido el eje, determinaremos el diámetro del mismo, considerando que este se encuentra sometido mayormente a momento torsor, y en menor medida tendrá aplicado un momento flexor.

El sistema se asemeja a una viga simplemente apoyada sometida a un momento en el centro de la luz.

Mediante la potencia del motor, se calcula el momento torsor al que estará sometido el eje.

Todos los cálculos que se realizarán para el dimensionado y verificación del eje se basan en la teoría del libro de Resistencia de los Materiales Stio-pin.

Entonces mediante la siguiente ecuación determinamos el momento torsor.

$$M_t = \frac{71620 \times N_s}{0,98 \times n}$$

Siendo 0,98 el rendimiento de la transmisión por correa.

Reemplazando valores:

$$M_t = \frac{71620 \times 2cv}{0,98 \times 1400rpm} = 104,4 \text{ Kg. cm}$$

El momento flexor lo ejerce la tensión de la correa, la cual se estima en 1,5 kg.

Por lo que: $M_f = P \times L = 1,5 \text{ kg} \times 15 \text{ cm} = 22,5 \text{ kg. cm}$

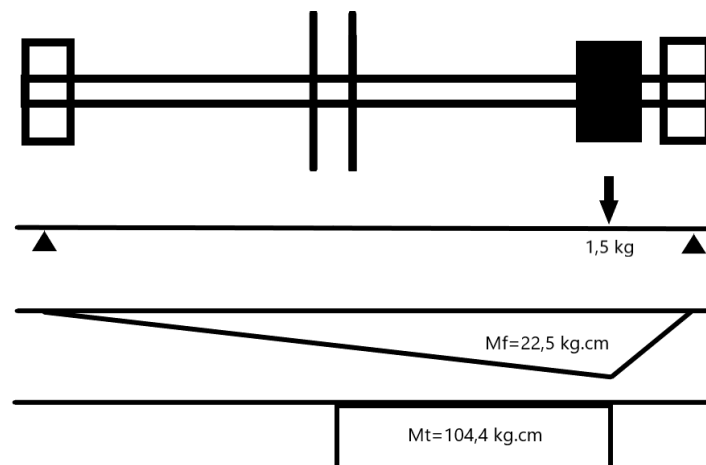


Ilustración 62 Diagrama de cuerpo libre

En la parte más desfavorable (centro de la luz entre rodamientos) del eje, el momento reducido

según el autor Dobrovolski es: $M_r = \sqrt{M_f^2 + (\alpha M_t)^2}$

El diámetro del eje se calcula a partir de la siguiente fórmula, según indica Stio-pin.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{M_r}{0,1 \times \sigma_{III}}}$$

Según tabla de propiedades para aceros SAE 1040 LC $\sigma_{rot} = 65 \text{ Kg/mm}^2$

Considerando al momento flector como un ciclo de cargas simétricas y el momento torsor en forma pulsante, se toma la teoría de Dobrovolski: $\sigma_I : \sigma_{II} : \sigma_{III} = 3,8 : 1,7 : 1$

$\sigma_I = \text{Ciclo constante}$

$\sigma_{II} = \text{Ciclo pulsante}$

$\sigma_{III} = \text{Ciclo simetrico}$

Según el autor Faired de resistencia de materiales $\sigma_{adm} = \frac{\sigma_r}{3} = \frac{6500 \text{ Kg/cm}^2}{3} = \frac{2167 \text{ Kg}}{\text{cm}^2} = \sigma_I$

Usamos la siguiente relación:

$$\frac{\sigma_I}{\sigma_{III}} = \frac{3,8}{1} \rightarrow \sigma_{III} = \frac{\sigma_I}{3,8} = \frac{2167 \text{ Kg/cm}^2}{3,8} = 570,26 \text{ Kg/cm}^2$$

Para la sección C sometida a flexo-torsión y una concentración de tensiones por chavetero, usamos la relación:

$$\frac{\sigma_{adm III}}{\sigma_{adm II}} = \alpha = \frac{1}{1,7} = 0,588$$

Reemplazando valores obtenidos de los diagramas de esfuerzos característicos:

$$M_r = \sqrt{(22,5 \text{ Kg. cm})^2 + (0,588 \times 104,4 \text{ Kg. cm})^2} = 65,38 \text{ Kg. cm}$$

En la formula anterior para el dimensionado del diámetro se reemplazan los valores obtenidos.

$$d \geq \sqrt[3]{\frac{65,38 \text{ Kg. cm}}{0,1 \times 570,26 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}} = 1,05 \text{ cm}$$

Se decidió adoptar un diámetro comercial de 20 mm de acero SAE 1040, y a continuación se realizan las verificaciones correspondientes.

Los cálculos se realizan según teoría del libro Stiopin. Para el caso de flexo-torsión el coeficiente de seguridad por el límite de resistencia a la fatiga es:

$$n = \frac{n_\sigma \times n_\tau}{\sqrt{n_\sigma^2 + n_\tau^2}}$$

$$n_\sigma = \frac{\sigma_{-1}}{\frac{k_\sigma \times \sigma_a}{\varepsilon \times \beta} + \psi_\sigma \times \sigma_m}$$

$$n_{\tau} = \frac{\tau_{-1}}{\frac{k_{\tau} \times \tau_a}{\varepsilon \times \beta} + \psi_{\tau} \times \tau_m}$$

Por límite de fluencia se determina:

$$n' = \frac{n'_{\sigma} \times n'_{\tau}}{\sqrt{n'_{\tau}{}^2 \times n'_{\sigma}{}^2}}$$

$$n'_{\sigma} = \frac{\sigma_f}{\sigma_{mx}}$$

$$n'_{\tau} = \frac{\tau_f}{\tau_{mx}}$$

$$\tau_{mx} = \frac{16 \times M_t}{\pi \times d^3} = \frac{16 \times 104,4 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{\pi \times (2 \text{ cm})^3} = 66,46 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_a = \frac{\tau_{mx}}{2} = \frac{66,46 \text{ Kg/cm}^2}{2} = 33,23 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = \tau_m$$

$$\sigma_{mx} = \sigma_a = \frac{32 \times M_f}{\pi \times d^3} = \frac{32 \times 22,5 \text{ Kg} \cdot \text{cm}}{\pi \times (2 \text{ cm})^3} = 28,65 \text{ Kg/cm}^2$$

Según el autor Miroljubov:

$$\sigma_{-1} = 0,6 \times \sigma_{rot} = 0,6 \times \frac{6500 \text{ Kg}}{\text{cm}^2} = 3900 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{-1} = 0,7 \times \sigma_{-1} = 0,7 \times \frac{3900 \text{ Kg}}{\text{cm}^2} = 2730 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

k_{σ} : k_{τ} : coeficiente efectivo de concentracion de tensiones

$k_{\sigma} = 1,63$ Para eje con chaveta de tabla 12.2 (flexión), para $\sigma_{rot} = 65 \text{ Kg/mm}^2$
 $k_{\tau} = 1,53$ Para eje con chaveta de tabla 12.3 (torsión), para $\sigma_{rot} = 65 \text{ Kg/mm}^2$

ε : coeficiente de influencia de las dimensiones absolutas de la sección (factor de escala).

De fig. 12.12 para $d = 20 \text{ mm}$ y $\sigma_{rot} = 65 \text{ Kg/mm}^2$ entre curva 1 para aceros dúctiles [40-50] Kg/mm^2 y la curva 2 para aceros de alta resistencia [120-140] Kg/mm^2

$$\varepsilon_{\sigma} = 0,92$$

Por falta de suficientes datos experimentales, sobre los coeficientes ε_{τ} (para la torsión) se puede aproximadamente considerar que $\varepsilon_{\sigma} = \varepsilon_{\tau}$ según sugiere el autor Stiopin.

β : coeficiente de influencia de la calidad de la superficie y de la consolidación de la capa superficial.

Ingresamos en fig. 12.13 con $\sigma_{rot} = 65 \text{ Kg/mm}^2$ y curva 3 (para torneado fino) $\beta = 0,85$

Ψ : coeficiente que caracteriza la sensibilidad del material a la asimetría del ciclo.
De tabla 12.1 para $\sigma_{rot} = 65 \text{ Kg/mm}^2$

$$\psi_{\sigma} = [50 - 70] \text{ Kg/mm}^2 = 0,05$$

$$\psi_{\tau} = [50 - 70] \text{ Kg/mm}^2 = 0$$

Reemplazando valores en la formula ya mencionada para el coeficiente de seguridad tendremos:

$$n_{\sigma} = \frac{\frac{3900 \text{Kg}}{\text{cm}^2}}{\frac{1,63 \times \frac{28,65 \text{Kg}}{\text{cm}^2}}{0,85 \times 0,92} + 0,05 \times 0} = 65,3$$

$$n_{\tau} = \frac{2730 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{\frac{1,53 \times 33,23 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}{0,85 \times 0,92} + 0 \times 66,46 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}} = 39,4$$

$$n = \frac{65,3 \times 39,4}{\sqrt{65,3^2 + 39,4^2}} = 33,7$$

El coeficiente por límite de fluencia será:

$$n'_{\sigma} = \frac{4100 \text{ Kg/cm}^2}{28,65 \text{ Kg/cm}^2} = 143,1$$

$\tau_f = 0,55 \times \sigma_f \rightarrow$ Según Pisarenko y otros.

$$n'_{\tau} = \frac{0,55 \times 4100 \text{ Kg/cm}^2}{66,46 \text{ Kg/cm}^2} = 33,93$$

$$n' = \frac{143,1 \times 33,93}{\sqrt{143,1^2 \times 33,93^2}} = 8,6$$

Cálculo del coeficiente normativo dinámico.

$$[n]_{din} = n_1 \times n_2 \times n_3$$

n_1 : considera el error posible al determinar las cargas y tensiones cuando el cálculo es de gran precisión. Este coeficiente está entre [1,2 – 1,5].

Para nuestro caso consideramos adoptar el valor de $n_1 = 1,2$ ya que suponemos una gran precisión en la memoria de cálculo.

n_2 : tiene en cuenta la heterogeneidad del material, su sensibilidad a los defectos por mecanizado. Entre [1,5 – 2].

Adoptamos $n_2 = 1,5$ considerando que es un material homogéneo y tiene un buen mecanizado.

n_3 : es el coeficiente de las condiciones de trabajo que tiene en cuenta el grado de responsabilidad de la pieza. Entre [1 – 1,5].

Adoptamos $n_3 = 1,3$ teniendo en cuenta que en caso de rotura del eje se detiene la marcha del equipo y puede comprometer alguna otra pieza del mismo.

Reemplazando valores:

$$[n]_{din} = 1,2 \times 1,5 \times 1,3 = 2,34$$

Cálculo del coeficiente normativo estático.

$$[n]_{est} = n_1 \times n_2 \times n_3$$

El único valor que varía con respecto al dinámico es n_2 siendo el mismo, de tabla 2.5 Stiopin y

$$\text{relación } \frac{\sigma_f}{\sigma_{rot}} = \frac{4100 \text{ Kg/cm}^2}{6500 \text{ Kg/cm}^2} = 0,63.$$

Entrando al rango considerado entre: $[0,55 - 0,7]$ es $n_2 = 1,6$

Entonces el coeficiente normativo estático es:

$$[n]_{est} = 1,2 \times 1,6 \times 1,3 = 2,5$$

Si comparamos el menor valor de los coeficientes de seguridad ($n = 8,6$) con el mayor de los normativos ($[n]_{est} = 2,5$) vemos que el eje verifica ya que se debe cumplir que: $[n] > [n]_{norm}$

8.10.2.4. S-GS-MT01-SB-E - Simulación eje

En la siguiente imagen son expuestas las zonas de mayor fatiga, observándose que la más afectada es la del cojinete próximo a la polea de transmisión.

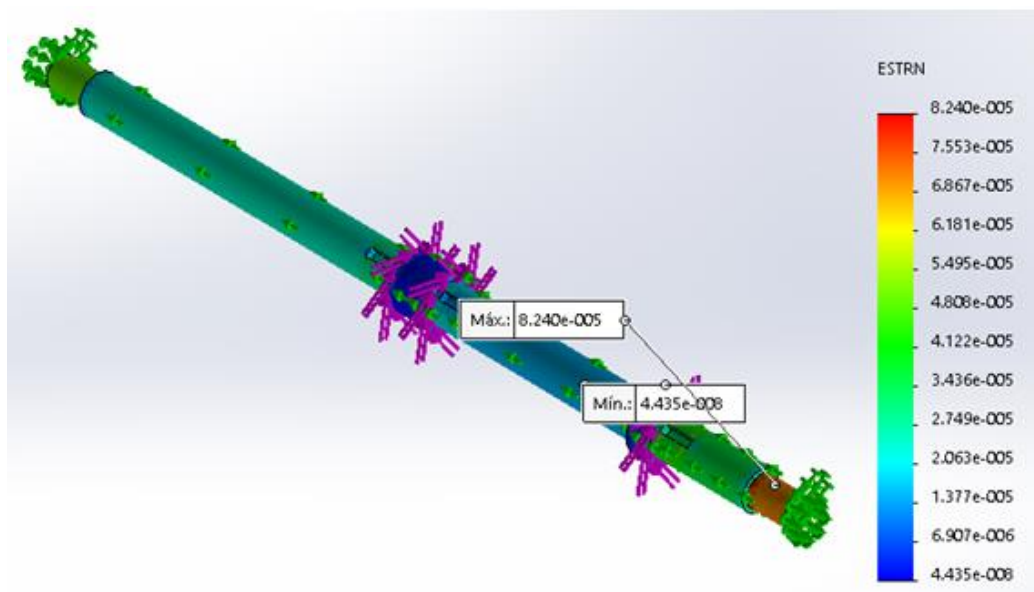


Ilustración 63 Simulación Fatiga

En la figura se muestran las zonas de mayor desplazamiento, siendo el medio del eje el más crítico, lo cual a simple vista parecería correcto, ya que ahí actúan las circulares.

8.10.2.5. S-GS-MT01-SB-Ch - Calculo de chaveta

Este cálculo se realizado siguiendo el manual Stiopin. En el mismo se establece que para un diámetro dado de eje se puede establecer las dimensiones mínimas de la chaveta, el cual posteriormente se debe verificar.

Para la chaveta se usa acero laminado en frio SAE 1010, con una tensión normal de rotura

$$\sigma_r = 55 \text{ Kg/mm}^2.$$

Tensión de rotura admisible

$$\sigma_{ad} = \frac{55 \text{ Kg/mm}^2}{4} = 13.75 \text{ Kg/mm}^2 \text{ (Tensión normal admisible)}$$

$$\zeta_{adm} = \frac{\sigma_{ad}}{2} = \frac{13.75 \text{ Kg/mm}^2}{2} = 6.875 \text{ Kg/mm}^2 \text{ (Tensión tangencial admisible)}$$

$$\sigma_{ad-aplastamiento} = \sigma_{ad} * 2 = 13.75 \text{ Kg/mm}^2 * 2 = 27.5 \text{ Kg/mm}^2 \text{ (Tensión normal admisible de aplastamiento)}$$

La chaveta se debe verificar al aplastamiento y al corte:

El momento torsor que se tomó como hipótesis es el mismo utilizado en la simulación del eje en el software Solidworks. El mismo fue sometido a diferentes fuerzas de torsión, aplicándose en dos puntos 6 N.m producidos por las circulares y en otro de estos 4 N.m ejercido por la correa en la polea.

$$M_t = 6 \text{ N.m} = 0,612 \text{ Kg.m}$$

Calculo al corte

$$\zeta_{adm} \geq \frac{M_t / (D/2)}{b * l_t * K}$$

Con:

M_t = Momento torsor que debe soportar la chaveta

D = Diametro del eje

b = Ancho de la chaveta

l_t = Longitud requida al corte

K = coeficiente que depende del n° de la chaveta utilizadas

$K = 1$ para una sola chaveta.

$$\zeta_{adm} \geq \frac{M_t/(D/2)}{b * l_t * K} = \frac{612Kg \text{ mm}/(19mm/2)}{6mm * 20mm * 1} = 0.54 Kg/mm^2$$

Calculo a aplastamiento

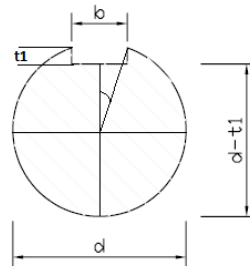
$$\zeta_{adm-aplas} \geq \frac{M_t/(D/2)}{h_e * l_{aplas} * K}$$

Con:

h_e = Altura de la chaveta expuesta al aplastamiento

l_{aplas} = Longitud requerida de aplastamiento

Cálculos:



$$\sin \beta = \frac{b/2}{D/2} = \frac{6/2}{19/2} = 18.4^\circ$$

$$h_e = t_1 + \frac{D}{2} * \cos \beta - \frac{D}{2} = 3.5mm + \frac{19mm}{2} * \cos 18.4^\circ - \frac{19mm}{2} = 3mm$$

$$\zeta_{adm-aplas} \geq \frac{M_t/(D/2)}{h_e * l_{aplas} * K} = \frac{612Kg \text{ mm}/(19mm/2)}{3mm * 20mm * 1} = 1.074 Kg/mm^2$$

Se puede verificar que la chaveta cumple con las solicitudes de trabajo tanto al corte como al aplastamiento.

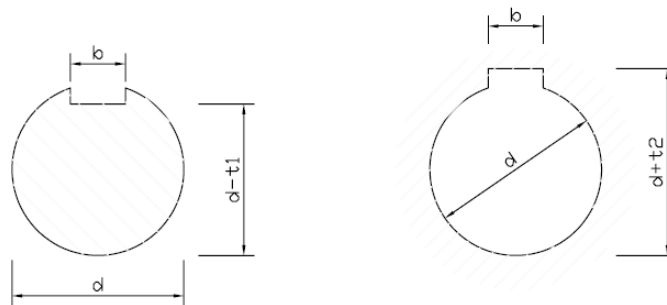


Tabla de dimensionamiento DIN:

Diametro eje d	Chaveta b×h	Eje t1	Cubo t2
8-10	3×3	1.8	1.4
10-12	4×4	2.5	1.8
12-17	5×5	3	2.3
17-22	6×6	3.5	2.8
22-30	8×7	4	3.3
30-38	10×8	5	3.3
38-44	12×8	5	3.3
44-50	14×9	5.5	3.8
50-58	16×10	6	4.3
58-65	18×11	7	4.4
65-75	20×12	7.5	4.9
75-85	22×14	9	5.4
85-95	25×14	9	5.4
95-110	28×16	10	6.4
110-130	32×18	11	7.4

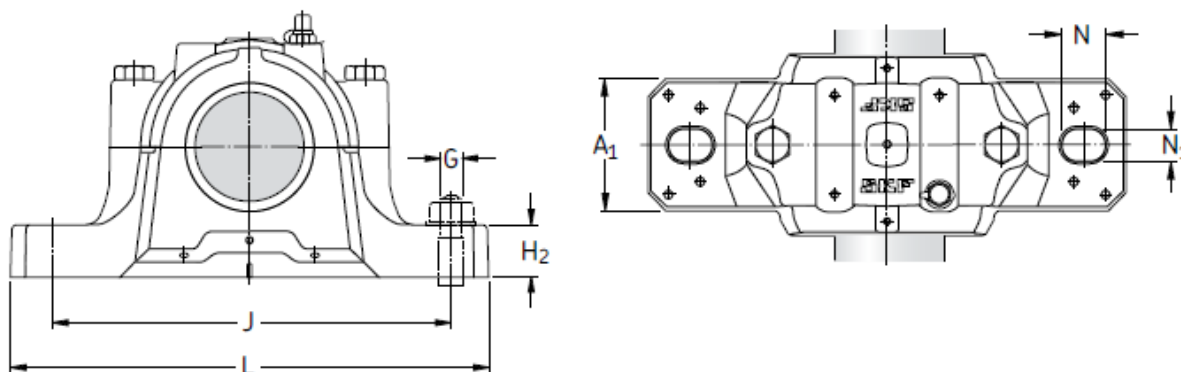
Dimensiones en mm

8.10.2.6. S-GS-MT01-SB-R - Calculo de rodamiento

Para la selección del rodamiento primeramente se debe establecer el tipo de soporte que se quiere incorporar. En este caso se opta por un soporte de pie tipo SNL.

Ingresando al catálogo de SKF se selecciona un soporte SNL 505 TA para un eje de 20 mm de diámetro, del cual se detallan sus características en la siguiente ilustración. Para este soporte se recomiendan los rodamientos 1205 EK, 2205 EK, 22205 EK, C 2205 K los cuales se deben verificar para determinar cuál de ellos es el que corresponde.

Eje d _a	Soporte Dimensiones										Masa	Designaciones	Componentes Sólo el soporte	Obtura- ciones	Tapa lateral
	A	A ₁	H	H ₁	H ₂	J	L	N	N ₁	G					
mm	mm										kg	-			
20	67	46	74	40	19	130	165	20	15	12	1,45	SNL 505 TG SNL 505 TA SNL 505 TS SNL 505 TND	SNL 505 SNL 505 SNL 505 SNL 505	TSN 505 G TSN 505 A TSN 505 S TSN 505 ND	ASNH 505 ASNH 505 ASNH 505 ASNH 505



Eje d_a	Asiento del rodamiento C_a D_a		Anchura incluida la obturación A_2 A_3		Rodamientos apropiados y componentes adyacentes					
					Rodamiento de bolas a rótula Rodamiento de rodillos a rótula	Manguito de fijación	Anillos de fijación 2 por soporte	Rodamiento de bolas a rótula Rodamiento de rodillos a rótula Rodamiento CARB	Manguito de fijación	Anillos de fijación 2 por soporte
mm	mm	mm	mm	mm	-					
20	25	52	80	125	1205 EK	H 205	FRB 5/52	2205 EK 22205 EK C 2205 K	H 305 H 305 H 305 E	FRB 3.5/52 FRB 3.5/52 FRB 3.5/52

Suponemos que la máquina trabaja 8 horas diarias aproximadamente. Por tal caso se estima una duración de 30000hs.

Valores orientativos de vida nominal requeridos para diferentes clases de máquinas	
Clase de máquinas	Vida nominal Horas de funcionamiento
Electrodomésticos, máquinas agrícolas, instrumentos, equipos técnicos de uso médico	300 ... 3 000
Máquinas usadas intermitentemente o por cortos períodos: herramientas eléctricas portátiles, aparatos elevadores en talleres, máquinas y equipos para la construcción	3 000 ... 8 000
Máquinas para trabajar con alta fiabilidad de funcionamiento por cortos períodos o intermitentemente: ascensores (elevadores), grúas para mercancías embaladas o eslingas de tambores, etc.	8 000 ... 12 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario, no siempre totalmente utilizadas: transmisiones por engranajes para uso general, motores eléctricos de uso industrial, machacadoras rotativas	10 000 ... 25 000
Máquinas para 8 horas de trabajo diario totalmente utilizadas: máquinas herramientas, máquinas para trabajar la madera, máquinas para la industria de ingeniería, grúas para materiales a granel, ventiladores, cintas transportadoras, equipos para imprentas, separadores y centrifugas	20 000 ... 30 000

Para lograr seleccionar el rodamiento adecuado se debe realizar la verificación de los mismos por medio de la carga dinámica. Para lo cual el catálogo dispone de los pasos a seguir.

Primeramente se determina la fuerza de tracción que ejerce el motor sobre el eje. Con una velocidad de correa de 13,2 m/s.

$$F_{trac} = \frac{75 \times P_n}{v} = \frac{75 \times 2CV}{13,2 \text{ m/s}} = 11,4 \text{ kg}$$

Según el catálogo la vida útil del rodamiento se determina mediante:

$$L_h = \frac{1000000}{60 * n} * \left(\frac{C}{P}\right)^p$$

Dónde:

p = 3 para rodamientos de bolas

n = 148 rpm

C = Capacidad de carga dinámica.

P = Carga dinámica → Pág. 261 → P = Fr + y * Fa

La fuerza axial es nula. Solo tenemos componente radial que será la fuerza de tracción.

Se tienen todos los valores, a excepción de la capacidad de carga dinámica. Se halla la misma, para luego encontrar mediante el catálogo el rodamiento que cumpla con esta condición.

$$C = \left(\frac{L_{10h} * 60 * n}{1000000}\right)^{\frac{1}{p}} * P$$

p = 3, para rodamientos de bolas.

$$C = \left(\frac{30000 \text{ Hs} \times 60 \times 1400 \text{ RPM}}{1000000}\right)^{3/10} \times 114 \text{ N} = 1,2 \text{ kN}$$

Con este valor se selecciona el rodamiento, verificando que la capacidad de carga calculada sea menor a la del rodamiento seleccionado.

Todos los modelos recomendados verifican, pero el más adecuado es el rodamiento a bolas modelo 1205 EK con manguito de fijación H205 ya que es el que posee la capacidad de carga más cercana al valor calculado y de esa manera no se sobredimensiona el mismo.

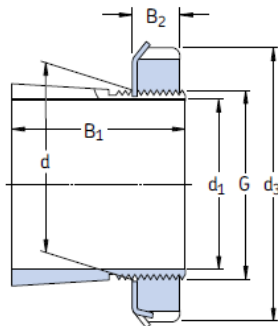


Ilustración 65 Manguito de fijación

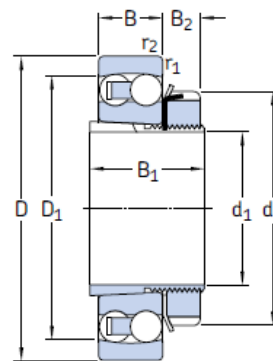


Ilustración 64 Rodamiento doble hilera de bolas

Dimensiones principales			Capacidad de carga básica		Carga límite de fatiga P_u	Velocidades		Masa Rodamiento + manguito	Designaciones Rodamiento	Manguito de fijación
d_1	D	B	dinámica C	estática C_0		Velocidad de referencia	Velocidad límite			
mm			kN		kN	rpm		kg	-	
17	47	14	12,7	3,4	0,18	32 000	20 000	0,16	1204 EKTN9	H 204
20	52	15	14,3	4	0,21	28 000	18 000	0,21	1205 EKTN9	H 205
	52	18	16,8	4,4	0,23	26 000	18 000	0,23	2205 EKTN9	H 305
	52	18	14,3	4	0,21	-	9 000	0,23	2205 E-2RS1KTN9	H 305 C
	62	17	19	5,4	0,28	22 000	15 000	0,33	1305 EKTN9	H 305
25	62	16	15,6	4,65	0,24	24 000	15 000	0,32	1206 EKTN9	H 206
	62	20	23,8	6,7	0,35	22 000	15 000	0,36	2206 EKTN9	H 306
	62	20	15,6	4,65	0,24	-	7 500	0,36	2206 E-2RS1KTN9	H 306 C
	72	19	22,5	6,8	0,36	19 000	13 000	0,49	1306 EKTN9	H 306
	72	27	31,2	8,8	0,45	18 000	13 000	0,61	2306 K	H 2306

Ilustración 66 Selección del rodamiento

Dimensiones						Masa	Designaciones Manguito de fijación con tuerca y mecanismo de fijación	Tuerca de fijación	Mecanismo de fijación	Tuerca hidráulica apropiada	
d_1	d	d_3	B_1	B_2	G						
mm						kg	-				
17	20	32	24	7	M 20x1	0,036	H 204	KM 4	MB 4	-	
	20	32	28	7	M 20x1	0,040	H 304	KM 4	MB 4	-	
	20	32	28	9,5	M 20x1	0,047	H 304 E	KMFE 4	-	-	
20	25	38	26	8	M 25x1,5	0,064	H 205	KM 5	MB 5	-	
	25	38	29	8	M 25x1,5	0,071	H 305	KM 5	MB 5	-	
	25	38	29	9	M 25x1,5	0,071	H 305 C	KM 5	MB 5 C	-	
	25	38	29	10,5	M 25x1,5	0,076	H 305 E	KMFE 5	-	-	
	25	38	35	8	M 25x1,5	0,085	H 2305	KM 5	MB 5	-	

Ilustración 67 Selección del manguito de fijación

8.10.3. S-GS-MT01-SM – Sierra circular manual

Se selecciona una INGLETEADORA de marca STANLEY, la posee las siguientes características:

Motor de 1500W

Base Maquinada en Aluminio

Bolso de Tela para Polvo

9 Posiciones de Corte Pre-Determinadas

Con Disco para Corte de Aluminio de 80 Dientes de Carburo de Tungsteno



Ilustración 68 Ingleteadora seleccionada

Las especificaciones técnicas de la misma las brinda el fabricante en el cuadro siguiente.

Especificaciones Técnicas

✂ ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Marca	Stanley
Modelo	STSM1525-AR
Tipo de producto	Ingleteadora
Potencia (W)	1500
Velocidad (rpm)	5500

Profundidad de corte	3-1/2" (89 mm)
Tipo de uso	Profesional
Garantía del fabricante	2 Años
Origen	China

Aprovechamiento Energético de Biomásas en Zonas Aisladas

PFC-1609B
MC-Rev.01

8.11. Estimación de costos

Debido a que es un proyecto con carácter social, no se considera realizar un presupuesto detallado del costo del sistema puesto en marcha, pero si se realiza una estipulación del costo de inversión que se requiere para poder contar con un equipo de tal envergadura. El mismo se detalla en la siguiente tabla. Los precios están atados a modificaciones en el valor del dólar después de la fecha 16-11-2018.

COSTO ESTIMADO POR ELEMENTO				
Cantidad	Elemento	Especificación	\$ unidad	Costo Total
1	Contenedor	20 ft	\$ 85.800,00	\$ 85.800,00
7,73	Cámara Frigorífica	metro lineal	\$ 6.750,00	\$ 52.177,50
1	Horno Tromen	Leña	\$ 25.000,00	\$ 25.000,00
1	Sierra Circular	1500 W Incluye mesa	\$ 12.200,00	\$ 12.200,00
1	Ingleteadora	1250 W	\$ 3.800,00	\$ 3.800,00
1	Osmosis Inversa	400 l/día	\$ 23.000,00	\$ 23.000,00
1	Depósito plástico	1000 litros cubo	\$ 1.500,00	\$ 1.500,00
1	Depósito plástico	400 litros tricapa	\$ 2.200,00	\$ 2.200,00
12	Conjunto amortiguador	Amortiguador + anclajes	\$ 2.906,96	\$ 34.883,52
1	Bomba Sumergible	Con tablero de mando	\$ 12.000,00	\$ 12.000,00
2	Bomba presurizadora		\$ 2.700,00	\$ 5.400,00
5	Contactador	Siemens 10 A	\$ 600,00	\$ 3.000,00
2	Relé térmico	Siemens 10 A	\$ 700,00	\$ 1.400,00
1	Fuente de tensión	Siemens SITOP PSU8200	\$ 11.500,00	\$ 11.500,00
2	Indicadores	Verde y Rojo	\$ 53,00	\$ 106,00
1	Interruptor Termomagnético	16 Amp	\$ 500,00	\$ 500,00
1	Disyuntor Diferencial	16 Amp	\$ 900,00	\$ 900,00
1	Electroválvula	25 bar 1/2"	\$ 3.000,00	\$ 3.000,00
2	Control de Nivel	Rotoplas 2 m	\$ 470,00	\$ 940,00
1	Gasificador	10-20 kW	\$ 148.000,00	\$ 148.000,00
3	Base de Tanques	IPN100 de 6m	\$ 3.300,00	\$ 9.900,00
9	Marcos de puertas	Caños de 6 m	\$ 900,00	\$ 8.100,00
4	Caño agua	Tf Fría/Caliente 1/2"	\$ 130,00	\$ 520,00
0,48	Chapa de Tanque	5/8"	\$ 17.860,00	\$ 8.572,80
1	Bacha + Pie	Cerámica	\$ 4.000,00	\$ 4.000,00
9	Esmalte Convertidor	KEM Triple Acción	\$ 1.730,00	\$ 15.570,00
1	Varios	Accesorios	\$ 13.000,00	\$ 13.000,00
0,3	Mano de Obra		\$ 483.969,82	\$ 145.190,95
SUBTOTAL				\$ 629.160,77
TOTAL				\$ 630.000,00

Cabe aclarar que no se contemplan los gastos de transporte desde el lugar de origen del Sistema Generador hasta su destino. Tampoco está estipulado el costo de la platea requerida para su apoyo.

8.12. Estimación de amortización

Considerando la energía generada, se realiza una estimación del tiempo de amortización del sistema generador. Partiendo de que tendrá una variación dependiendo de la provincia a la cual esté destinada el sistema. Por este motivo se realiza el cálculo para algunas provincias, como lo son Entre Ríos, Buenos Aires Provincia, Chaco, Santiago del Estero y Córdoba.

Según el INDEC, una familia tipo está compuesta por 4 integrantes, por lo que si se estima abastecer aproximadamente a 15 personas con los servicios básicos, se puede tomar como valor válido para el cálculo 4 familias.

También afirma el Ministerio de Energía y Minería que una familia tipo consume en promedio 300 kW por mes de energía, valor que se tendrá en cuenta para comparar cuanto es el gasto en cada provincia, el cual varía tanto el precio de la energía como también los impuestos que cada una de ellas imponen en las facturas.

Teniendo en cuenta el costo del Sistema, a continuación se presenta un cuadro donde se detallan los valores de costos por provincia y también la amortización en cada caso.

Provincia	Consumo (kW)	Facturación por familia (\$)	Facturación 4 familias (\$)¹	Amortización (años)
Entre Ríos	300	1214	4856	10,9
Buenos Aires	300	1487	5948	8,8
Chaco	300	660	2640	19,9
Santiago del E.	300	840	3360	15,6
Córdoba	300	1308	5232	10

Cabe la aclaración, que los años de amortización resultantes serán correctos si la materia prima se obtiene 100% en el lugar. Si en tal caso fuera necesario adquirir un porcentaje de la misma, se tendrá en cuenta una adquisición del 50% y 100%, cambia rotundamente los años de amortización. Tales valores se pueden ver en el cuadro siguiente.

¹ Se considera la facturación de 4 familias, las cuales puede abastecer el Sistema Generador.

Aprovechamiento Energético de Biomásas en Zonas Aisladas

PFC-1609B
MC-Rev.01

Provincia	Costo por 4 flías.	Amortiz. 100% BM reg. (años)	Amortiz. 50 % BM reg. (años)	Amortiz. 0% BM reg. (años)
Entre Ríos	\$ 4816	10,9	18,4	25,8
Buenos Aires	\$ 5948	8,8	14,9	20,9
Chaco	\$ 2640	19,9	33,5	47,1
Santiago del E.	\$ 3360	15,6	26,3	37
Córdoba	\$ 5232	10	16,9	23,8

Para los cálculos se estipuló un precio del chip de madera de \$15 por kg.

Si determinamos el costo mensual en biomasa nos queda.

$$C = \frac{15\$}{kg} \times 4800kg = \$72000$$

Como la amortización se realiza en años, el costo del 100 % de biomasa comprada será un costo al año de:

$$C_{año} = \$72000 \times 12 = \$864000$$

El costo del 50 % de biomasa comprada será:

$$C_{año} = \$36000 \times 12 = \$432000$$

Estos costos, sumados al presupuesto del sistema se utilizan para determinar los años de amortización dependiendo de la provincia a la cual será destinado, como se ha detallado en la anterior tabla.

ÍNDICE

8. MEMORIAS DE CÁLCULOS	2
8.1. S-GS - DISEÑO DEL SISTEMA	2
<i>Croquis de la distribución de los equipos</i>	<i>2</i>
8.2. S-GS-C02 - DISEÑO DEL CONTENEDOR	2
8.2.1. S-GS-C02-P01 - Puerta uno	3
8.2.2. S-GS-C02-P02 - Puerta dos	8
8.2.3. S-GS-C02-P03 - Puerta tres	10
8.2.4. S-GS-C02-P04 - Puerta cuatro	10
8.2.5. S-GS-C02-P05/P06 - Puerta cinco y seis	11
8.2.6. S-GS-C02-P - Pintura	11
8.3. S-GS-D01 - DIGESTOR GASIFICADOR	13
8.4. S-GS-R01-CA - CALCULO DE CÁMARA	14
8.4.1. Pérdidas de calor por las paredes	16
8.4.2. Pérdidas de calor por apertura de cámara	18
8.4.3. Pérdidas de calor por potencia de iluminación	19
8.4.4. Pérdidas de calor debido al producto a conservar	20
8.4.5. Factor de seguridad	21
8.4.6. Selección de equipos para la cámara	21
8.5. S-GS-B01 - SISTEMA DE BOMBEO	33
8.5.1. Pérdidas de carga y dimensionamiento	33
8.5.2. Calculo de caudal de agua	34
8.5.3. Dimensionamiento para el tramo 1	34
8.5.4. Hipótesis y cálculos	35
8.5.5. Dimensionamiento del tramo 1-2	36
8.5.6. S-GS-B01-B - Bomba de extracción de agua	36
8.5.7. S-GS-B01-DAC - Depósito de agua cruda	39
8.6. S-GS-F01 - PURIFICACIÓN DE AGUA	41
8.6.1. Dimensionamiento para el tramo tanque-osmosis	41
8.6.2. Hipótesis consideradas	44
8.6.3. S-GS-F01-B - Bomba para la osmosis	44
8.6.4. S-GS-F01-DAF - Depósito de agua filtrada	45
8.6.5. S-GS-B01-TD - Torre de los depósitos de agua	46
8.7. S-GS-H01 - HORNO	48
8.8. Sujeción del horno al container	50
8.8.1. S-GS-H01-CA - Climatización de agua	50
8.9. S-GS-E01 - ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA	52
8.9.1. S-GS-B01-B - Bomba Grundfos sumergible	52
8.9.2. S-GS-F01-B - Bomba Altamira Osmosis	55
8.9.3. S-GS-E01-R01 - Cámara de frio	56
8.9.4. Comando de bombas	58

8.8.5	S-GS-DEPA - Diagrama de potencia automático	58
8.8.6	S-GS-DEMA - Diagrama de mando.....	59
8.8.7	S-GS-DEGA - Diagrama gráfico	60
8.8.8	Circuito eléctrico Manual:.....	61
8.8.9	S-GS-DEPM - Diagrama de potencia manual.....	61
8.8.10	S-GS-DEMM - Diagrama de mando manual	62
8.8.11	S-GS-DEPM - Diagrama gráfico manual	63
8.10.	S-GS-MT01 - MESA DE TRABAJO.....	68
8.10.1.	S-GS-MT01-M – Mesa	69
8.10.2.	S-GS-MT01-SB - Sierra circular de banco.....	70
8.10.3.	S-GS-MT01-SM – Sierra circular manual	86
8.11.	ESTIMACIÓN DE PESO DEL CONTEINER	14
8.12.	ESTIMACIÓN DE COSTOS	87
ÍNDICE.....		90
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....		92

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 DETALLE DE APERTURA DE PUERTAS.....	3
ILUSTRACIÓN 2 MARCO CAÑO ESTRUCTURAL 40x40.....	4
ILUSTRACIÓN 3 PUERTA 2600x2245 MM.....	4
ILUSTRACIÓN 4 DATOS DE SIMULACIÓN.....	6
ILUSTRACIÓN 5 CARACTERÍSTICAS DE MOVIMIENTO.....	6
ILUSTRACIÓN 6 AMORTIGUADOR SELECCIONADO.....	7
ILUSTRACIÓN 7 DATOS DE SIMULACIÓN.....	9
ILUSTRACIÓN 8 CARACTERÍSTICAS DEL MOVIMIENTO.....	9
ILUSTRACIÓN 9 BIODIGESTOR Y CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES.....	13
ILUSTRACIÓN 10 CÁMARA FRIGORÍFICA.....	15
ILUSTRACIÓN 11 DATOS BRINDADOS POR EL SOFTWARE DE SIMULACIÓN.....	19
ILUSTRACIÓN 12 DATOS DE LA LUMINARIA SELECCIONADA.....	20
ILUSTRACIÓN 13 CURVA DE PRESION VS TEMPERATURA DEL REFRIGERANTE.....	23
ILUSTRACIÓN 14 CICLO DE REFRIGERACIÓN.....	24
ILUSTRACIÓN 15 PUNTO DE TRABAJO.....	24
ILUSTRACIÓN 16 PUNTOS DE TRABAJO DEL EVAPORADOR.....	25
ILUSTRACIÓN 17 PUNTOS DE TRABAJO DEL CONDENSADOR.....	26
ILUSTRACIÓN 18 DIAGRAMA DE MOLLIER.....	27
ILUSTRACIÓN 19 SELECCIÓN DE LA UNIDAD CONDENSADORA.....	30
ILUSTRACIÓN 20 DATOS DEL COMPRESOR.....	30
ILUSTRACIÓN 21 COMPRESOR SELECCIONADO.....	31
ILUSTRACIÓN 22 DETERMINACIÓN DE LA LONGITUD DEL TUBO CAPILAR.....	32
ILUSTRACIÓN 23 ESQUEMATIZACIÓN DEL SISTEMA DE BOMBEO.....	33
ILUSTRACIÓN 24 BOMBA.....	37
ILUSTRACIÓN 25 PUNTOS DE TRABAJO.....	37
ILUSTRACIÓN 26 CURVA DE TRABAJO DE LA BOMBA SELECCIONADA.....	37
ILUSTRACIÓN 27 CARACTERÍSTICAS DE BOMBA.....	38
ILUSTRACIÓN 28 ALTURA DE TRABAJO.....	38
ILUSTRACIÓN 29 TANQUE AGUA CRUDA.....	39
ILUSTRACIÓN 30 UBICACIÓN DE TANQUE AGUA CRUDA.....	40
ILUSTRACIÓN 31 SENTIDO DE CIRCULACION HIDRAULICO.....	41
ILUSTRACIÓN 32 PÉRDIDAS DE CARGA DE ACCESORIOS.....	43
ILUSTRACIÓN 33 BOMBA PRESURIZADORA.....	45
ILUSTRACIÓN 34 CURVAS CARACTERÍSTICAS.....	45
ILUSTRACIÓN 35 ESPECIFICACIONES DE BOMBA SELECCIONADA.....	45
ILUSTRACIÓN 36 DEPÓSITO SELECCIONADO.....	46
ILUSTRACIÓN 37 UBICACIÓN DEL DEPOSITO.....	46
ILUSTRACIÓN 38 SUJECIÓN AL CONTEINER.....	46
ILUSTRACIÓN 39 TORRE DE DEPÓSITOS.....	46
ILUSTRACIÓN 40 HORNO SELECCIONADO.....	48
ILUSTRACIÓN 41 UBICACIÓN DEL HORNO.....	49

ILUSTRACIÓN 42 FIJACIÓN DEL HORNO	50
ILUSTRACIÓN 43 TANQUE DE CLIMATIZACIÓN.....	50
ILUSTRACIÓN 44 CIRCUITO DE POTENCIA AUTOMÁTICO	58
ILUSTRACIÓN 45 CIRCUITO DE MANDO AUTOMÁTICO	59
ILUSTRACIÓN 46 ESQUEMATIZACIÓN DE MANDO	60
ILUSTRACIÓN 47 CIRCUITO DE POTENCIA MANUAL.....	61
ILUSTRACIÓN 48 CIRCUITO DE MANDO MANUAL	62
ILUSTRACIÓN 49 ESQUEMATIZACIÓN DE MANDO MANUAL.....	63
ILUSTRACIÓN 50 CARACTERISTICAS DEL CONTACTOR.....	64
ILUSTRACIÓN 51 CARACTERISTICAS DEL RELÉ.....	65
ILUSTRACIÓN 52 CARACTERISTICAS DEL INDICADOR	65
ILUSTRACIÓN 53 CARACTERISTICAS DEL DISYUNTOR.....	66
ILUSTRACIÓN 54 TERMOMAGNÉTICA.....	66
ILUSTRACIÓN 55 FUENTE DE TENSIÓN	67
ILUSTRACIÓN 56 CARACTERIZACIÓN DEL FUNCIONAMIENTO DEL CONTROL	67
ILUSTRACIÓN 57 CONTROL DE NIVEL	68
ILUSTRACIÓN 58 REPRESENTACIÓN GENERAL DE LA MESA DE TRABAJO	68
ILUSTRACIÓN 59 MESA DE TRABAJO.....	69
ILUSTRACIÓN 60 MOTOR SELECCIONADO	70
ILUSTRACIÓN 61 CARACTERISTICAS DEL MOTOR SELECCIONADO.....	70
ILUSTRACIÓN 62 DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE	75
ILUSTRACIÓN 63 SIMULACIÓN FATIGA	79
ILUSTRACIÓN 64 SELECCIÓN DEL MANGUITO DE FIJACIÓN	85
ILUSTRACIÓN 65 SELECCIÓN DEL RODAMIENTO	85
ILUSTRACIÓN 66 MANGUITO DE FIJACIÓN	84
ILUSTRACIÓN 67 RODAMIENTO DOBLE HILERA DE BOLAS	84
ILUSTRACIÓN 68 INGLETEADORA SELECCIONADA.....	86

2018

Aprovechamiento Energético de Biomosas en Zonas Aisladas

ANEXOS COMPLEMENTARIOS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción Del Uruguay

AUTORES: BONNIN, LUCAS; MONZÓN, EMANUEL.

Contenido

9.1. MANTENIMIENTO	2
LISTADO DE MANUALES	2
9.1.1. S-GS-R01-CA – CÁMARA FRIGORÍFICA:	2
<i>Funcionamiento</i>	2
<i>Método de limpieza</i>	2
<i>Mantenimiento</i>	2
<i>Precauciones y otros datos de interés</i>	3
9.1.2. S-GS-D01 - DIGESTOR-GASIFICADOR	4
9.1.3. SIERRA CIRCULAR	4
<i>Instrucciones:</i>	4
INSTRUCCIONES DE OPERACIÓN	4
<i>Técnica de corte</i>	4
<i>Precauciones de seguridad</i>	4
9.1.3. BOMBA PRESURIZADORA	5
<i>Funcionamiento:</i>	5
<i>Mantenimiento</i>	6
<i>Recomendaciones</i>	6
<i>Comando</i>	7
<i>Posibles problemas</i>	7
9.1.4. S-GS-F01-B BOMBA BOOSTER.....	8
<i>Funcionamiento</i>	8
<i>Controles</i>	8
9.1.5. S-GS-B01-B - BOMBA DE EXTRACCIÓN DE AGUA	8
<i>Características principales</i>	9
<i>Mantenimiento</i>	9
<i>Cuidados Preventivos</i>	10
<i>Consejos de seguridad</i>	10
9.1.6. DEPÓSITOS DE AGUA	10
<i>Mantenimiento</i>	10
<i>Procedimiento de limpieza y desinfección.</i>	11
9.1.7. S-GS-H01 – HORNO.....	12
<i>Mantenimiento</i>	12
9.2. ESTIMACIÓN DE PESO DEL CONTENEDOR	14
9.3. S-SG-P - PLATEA	0

9. Mantenimiento

9.1.1. Listado de manuales

Ítems	Código del manual	Tipo
Gasificador	SG-G_MD	Instalación, operatividad y mantenimiento
Amortiguador	SG-G_MA	Montaje

9.1.2. S-GS-R01-Ca – Cámara frigorífica:

Funcionamiento

La cámara frigorífica debe instalarse sobre una superficie plana y nivelada cerca de una toma de corriente.

La temperatura debe oscilar entre 2 y 8 °C. Para controlarla se hacen mediciones diarias de la misma con un termómetro de máxima y mínima, que permanece siempre dentro del frigorífico, registrando los valores en la ficha de control.

Método de limpieza

Cada mes se procederá a la limpieza de las superficies internas con un paño humedecido en agua.

Cada mes se limpiará también la rejilla de refrigeración para evitar que se acumule polvo y se deteriore el motor.

La limpieza externa debe efectuarse al menos cada día con un paño.

La persona encargada de la limpieza del frigorífico debe tener sumo cuidado en la realización de las tareas.

Mantenimiento

Más del 80% de las averías en las cámaras frigoríficas son provocadas por falta de mantenimiento. En el mantenimiento de cámaras frigoríficas, las revisiones periódicas y tareas de mantenimiento preventivo son claves para mantener la buena salud de su cámara y prolongar su vida útil.

La falta de un correcto mantenimiento preventivo de las cámaras provoca entre otras cosas una elevada presión de condensación, bajo rendimiento de refrigeración y un consumo de energía excesivo, en definitiva que no funcionen de manera correcta, ni eficiente.

Entre las tareas de mantenimiento que se deben de realizar sobre cámaras frigoríficas se encuentran las siguientes:

- Revisión del estado del aislamiento y juntas, hermeticidad de puertas y cierres.
- Funcionamiento de válvulas de sobre-presión de cámaras.
- Elementos de seguridad: alarmas, apertura de seguridad.
- Revisión de las formaciones de hielo y condensaciones superficiales no esporádicas.
- Retirada del hielo existente alrededor de las válvulas de sobre-presión, suelo, puertas.

9.1.3. S-GS-D01 - Digestor-Gasificador

Ver manual: SG-G-MD

9.1.4. Sierra Circular

Instrucciones:

El constante mantenimiento y la correcta utilización del disco influyen directamente en la calidad y velocidad de trabajo.

- Efectuar constantemente el afilado de los dientes en cuanto el disco pierda el filo cortante o empiece a forzar durante el corte.
- La operación de afiladura debe ser llevada a cabo por el personal cualificado.
- Comprobar la posible presencia de dientes dañados o agrietados.
- Tras cada ciclo de trabajo, limpiar bien la máquina y todas sus partes aspirando las virutas y el polvo.
- Limpiar semanalmente todos los acoplamientos móviles de la máquina y lubricarlos con una fina película de aceite y grasa.
- La sustitución de componentes requiere preparación y competencia técnica específicas; es por ello que dichas operaciones deben ser realizados por personal cualificado, con el fin de evitar daños a la máquina y riesgos para las personas.

Instrucciones de operación

Técnica de corte

1. Revise que el cable de alimentación no se interponga con la dirección del corte.
2. Coloque la maquina en posición e inclínese sobre ella.
3. Ponga la máquina en marcha. Por el sonido que hace el motor es fácil reconocer cuando éste ya ha llegado a su velocidad máxima y mantiene una velocidad constante.
4. Al sujetar la sierra, tenga cuidado de no ejercer sobre la misma una presión excesiva, simplemente sujétela con firmeza.
5. Al comenzar el corte haga un movimiento lento hasta que la hoja se encuentre dentro del material. Luego, avance a una velocidad constante, guiándose por el sonido de la sierra a cortar, el cual debe ser lo más regular posible.
6. Si el sonido de la sierra se vuelve demasiado grave, esta es una señal de que la hoja está encontrando demasiada resistencia. Para evitarlo, haga un movimiento más lento, o cambie el disco por uno con dientes más pequeños.
7. No detenga la sierra hasta no haber completado el trabajo.

Precauciones de seguridad

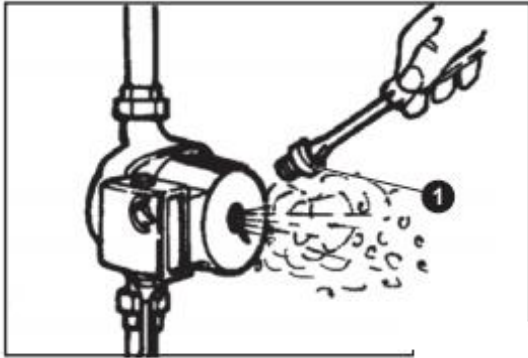
Leer atentamente el manual de instrucciones para la operación y el mantenimiento antes de las operaciones de arranque, empleo mantenimiento o cualquier otra operación sobre la máquina.

- El operador de la máquina deberá poseer todos los requisitos prescritos para la utilización de una máquina compleja.
- Se prohíbe manejar la máquina bajo influencia de bebidas alcohólicas, drogas o medicinas.
- Es obligatorio que todos los operadores estén preparados apropiadamente para el uso, la regulación y el funcionamiento de la máquina.
- Los operadores deben leer el manual detenidamente, prestando suma atención a las notas y advertencias de seguridad; además deben estar informados acerca de los peligros asociados al uso de la máquina y de las precauciones que han de observarse y estar formados para efectuar exámenes periódicos de las protecciones y los dispositivos de seguridad.
- Mantener siempre libre y limpia la zona de trabajo alrededor de la máquina con el fin de facilitar un control visual durante la operación.
- No se introduzca en la máquina material diferente del que está previsto para su utilización.
- El material a elaborar no debe contener componentes metálicos.
- No trabajar nunca piezas demasiado pequeñas o demasiado gruesas para la capacidad de la máquina.
- No elaborar maderas que presenten defectos muy evidentes (rajaduras, nudos, partes metálicas, etc.)
- No poner las manos en proximidad del disco; realizar el avance de las piezas pequeñas con el auxilio de un dispositivo de empuje.
- Iniciar el trabajo con la máquina sólo cuando las herramientas hayan alcanzado su velocidad de trabajo.
- Antes de empezar a trabajar, quitarse la pulsera, el reloj y el anillo.
- Utilizar siempre calzado resistente para el trabajo.
- Llevar gafas de protección.
- Usar apropiados sistemas de protección para el oído (auriculares, tapones, etc.) y contra el polvo (mascarilla).
- Solo personas autorizadas podrán reparar o efectuar mantenimientos.
- El operador no debe descuidar por ningún motivo la máquina en funcionamiento.

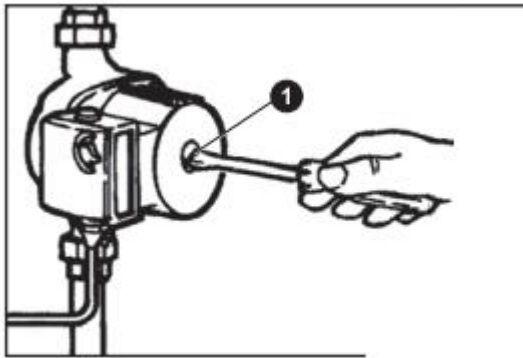
9.1.5. Bomba presurizadora

Funcionamiento:

Se debe purgar la cañería en la puesta en marcha de la bomba. Para esto se debe aflojar el tornillo como muestra la imagen siguiente:



Cuando se observe la salida continua de agua, instale nuevamente el tornillo de purga:



Mantenimiento

- Es muy sencillo.
- Antes de realizar cualquier tarea mantenimiento o reparación asegúrese de desconectar la alimentación eléctrica.
- Comprobar temperatura de carcasa.
- Verificar el estado de conductores eléctricos, reemplazar completos no reparar.
-

Recomendaciones

- No cubrir la bomba con ningún material inflamable, debe estar ventilada.
- Si efectúa reparaciones, controle luego el sentido de la misma.
- No modifique la instalación del sistema.
- La bomba se lubrica con el agua que circula por ella, por lo tanto no debe trabajar en vacío por más de 20 segundos.
- El funcionamiento debe ser silencioso y exento de vibraciones.

Comando

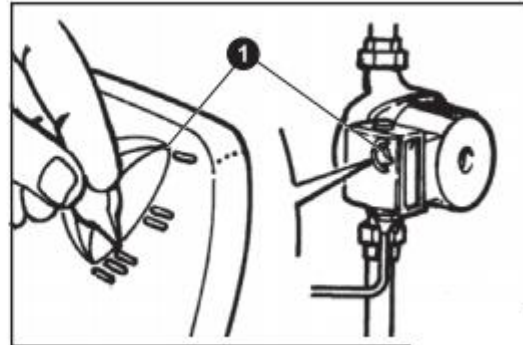
Bomba

La perilla de comando "1" instalada sobre la tapa de conexiones eléctricas de la bomba, indica las posiciones de uso.

I - STOP (Pare)

II - AUTOMÁTICO (Arranca y para, al hacer uso del agua).

III - Se utiliza esta posición para presurizar un circuito cerrado de agua.



Posibles problemas

Problema	Causa	Solución
El motor no gira	Falta de energía.	Controle el enchufe y la conexión eléctrica.
	No gira el rotor.	Desarme el tapón de inspección y haga girar el rotor con un destornillador.
	Rotor obstruido.	Desarme y elimine las incrustaciones.
	El voltaje es bajo.	Ajuste el voltaje o desconecte y espere a que se restablezca.
	Capacitor dañado.	Cambie el capacitor.
El motor funciona bien, pero no entrega agua.	Depósito sin agua, nivel por debajo de lo normal.	Controle y suba el nivel del agua.
	Entra aire por la cañería de succión	Reparar y sellar todo el sistema para evitar el ingreso de aire.
La bomba no funciona automáticamente	Hay impurezas en el interruptor automático o está obstruido con óxido.	Desarme y limpie.
	La presión en la entrada es muy baja.	Instale la bomba más cerca del depósito de agua.
	La bomba o la tubería pierden agua.	Reparar y sellar todo el sistema.
La bomba hace ruido	Aire en la bomba o cañerías.	Purge la bomba y cañerías.

9.1.6. S-GS-F01-B Bomba booster

Funcionamiento

El funcionamiento de una bomba centrífuga muy simple y seguro.

Previamente a la primera puesta en marcha se tendrán en cuenta los siguientes puntos:

- Comprobar el perfecto cebado de la bomba y tubería, con la eliminación de aire contenido especialmente en la tubería de aspiración.
- La empaquetadura perfectamente colocada y apretada suavemente.
- El eje girara a mano fácilmente.
- Se comprobara la alineación del grupo.
- Verificación del sentido de giro, coincidente con la flecha indicadora, así como el voltaje del motor y de la red.

Después de la comprobación de los puntos anteriores, debe realizarse con la válvula de impulsión cerrada, la puesta en marcha.

Cuando se alcance la velocidad de régimen, se abrirá lentamente la válvula, hasta la apertura total de la misma.

En régimen normal, el consume indicado en la placa del motor eléctrico no deberá ser superado.

Para pararla, la válvula reguladora deberá llevarse a la posición inicial, con objeto de reducir al mínimo la potencia absorbida de la red.

Durante el funcionamiento, el grupo requiere poca atención, solamente la vigilancia de la temperatura de los rodamientos, el engrase, el goteo y refrigeración de la empaquetadura.

Si la bomba esta parada durante algún tiempo y se desea hacerla funcionar se procederá como si se tratara de la primera vez, comprobando adecuadamente cada uno de los puntos señalados anteriormente.

Cuando haya peligro de helada, es necesario vaciar completamente, tanto la bomba como las tuberías, para evitar posibles roturas

Controles

Aunque el funcionamiento de la bomba es sencillo y seguro, convendría tener en cuenta las siguientes indicaciones:

- El funcionamiento debe ser silencioso y exento de vibraciones.
- Observar cualquier variación en los niveles del líquido bombeado.
- Observar si existen pérdidas de agua.

9.1.7. S-GS-B01-B - Bomba de extracción de agua

Las bombas de agua sumergibles están diseñadas para extraer agua limpia o sin procesar, sin depender de la presión del aire para movilizar el fluido. Este tipo de electrobombas ofrece la ventaja de ser una unidad compacta que permanecerá sumergida, abarcando mayores distancias y brindando una fácil instalación.

Sin embargo, para que su funcionamiento sea eficiente, debemos aplicar el mantenimiento y cuidado preventivo que extenderá en gran medida la vida útil del equipo.

Dada la gran capacidad que tienen estas máquinas para sumergirse a profundidad, sirven para extraer, drenar y bombear: agua de pozos, estanques o reservorios; pero su funcionamiento estará determinado por los cuidados preventivos que apliquemos durante su uso.

Características principales

La principal característica de las bombas sumergibles es que todos sus elementos y motor se encuentran bajo el agua en una misma estructura. Estas no llegan a depender jamás de la presión del aire que las rodea, pudiendo impulsar los líquidos en pozos profundos por más de 100 metros en forma ascendente.

Todas las bombas sumergibles están fabricadas con una carcasa que las cubre de la oxidación y corrosión.

Las bombas de agua sumergibles han sido diseñadas para brindar una vida útil más amplia y ofreciendo fácil mantenimiento e instalación.

Las electrobombas sumergibles de acero inoxidable están construidas internamente por un bobinado de alambre de cobre, un motor de acero inoxidable que permite la presión y elevación del líquido, una cámara de aceite de hierro y una turbina,

Tiene alta durabilidad, que permite la resistencia a los altos impactos que genera la abrasión.

Mantenimiento

Primero debemos desconectar y bloquear la energía eléctrica antes de realizar el mantenimiento de la bomba, al igual que al volverla a instalar.

También debemos recordar que cualquier dispositivo que contenga presión podría explotar, luego de comprobar que no existan riesgos de explosión, debemos permitir que la bomba se encuentre a una temperatura adecuada para manipularla. Abrimos las válvulas según las indicaciones del fabricante y podemos dar inicio al mantenimiento de la bomba.

Como limpiar:

1. Desmontar las piezas y limpiarlas a fondo, tanto en los surcos como en las juntas.
2. Limpiar también todas las tuercas y arandelas del componente.
3. Engrasar las piezas que requieran lubricante para alcanzar el apriete indicado.
4. Comprobar si hay piezas desgastadas o deterioradas.
5. Las piezas rotas se deben sustituir.
6. Colocar nuevas unidades de sellado para evitar que el agua llegue al motor.
7. Finalmente hacer una revisión y montaje de toda la unidad y sus componentes antes de su inmersión.
8. No tirar la bomba desde el cable de alimentación.

Cuidados Preventivos

Existen mínimos cuidados a realizar para mejorar la vida útil de una bomba de agua sumergible:

- Verificar la conexión de voltaje. La mayoría de las electrobombas requieren conexión eléctrica de 220V y su uso constante amerita un buen sistema eléctrico que la respalde.
- Programar un reemplazo anual de los principales componentes para evitar averías.
- Validar constantemente el nivel de agua en donde se encuentra sumergida la bomba. La succión en vacío puede atascar la bomba y cortar su vida útil.
- Es muy importante revisar de manera prudencial y de forma constante el nivel de agua del pozo en el cual se encuentra sumergida la bomba de agua, ya que al disminuir el nivel del agua, se reduce la fuerza con la cual la bomba debe funcionar.
- Forzando la bomba en niveles de profundidad no adecuados, la bomba se desgasta, e incluso podría llegar a quemarse. Siempre se debe verificar que el nivel de agua esté por encima del nivel de succión.
- Si el agua está ausente en su totalidad, es igualmente peligroso, ya que estas electrobombas han sido creadas para estar sumergidas, pues este elemento hidráulico es el que ayuda a mantener su carcasa externa y permite que la bomba se refrigere.

Consejos de seguridad

- Tener especial cuidado con los cables de conexión eléctrica y asegurarse que el voltaje sea el idóneo para su funcionamiento. El agua es un elemento de vital importancia para la preservación y buen funcionamiento de las bombas sumergibles.
- No operar la bomba en temperaturas ambiente que superen los 40° C.

9.1.8. Depósitos de agua

Mantenimiento

- Los depósitos están situados en lugares de fácil accesibilidad para su limpieza y desinfección periódica.
- El depósito será cerrado y se garantizará la estanqueidad de las piezas y empalmes unidos a él.
- Se debe vaciar el tanque periódicamente
- Se revisará al realizar la limpieza, la posible existencia de fisuras o grietas y se sellarán en caso de encontrarse.

Procedimiento de limpieza y desinfección.

- Vaciar el depósito.
- Comprobar que no existen grietas ni fisuras, en caso afirmativo proceder a repararlas.
- Se fregarán paredes y fondo con un cepillo de cerda dura y una disolución de agua y lejía apta para desinfección del agua de bebida. También puede realizarse la limpieza con una manguera de agua a presión. Con agua limpia.
- Llenado del depósito con agua limpia.
- Esta operación de limpieza y desinfección ha de realizarse como mínimo una vez al año en condiciones de normalidad, y cuando se detecte contaminación.

9.1.9. Osmosis

La osmosis inversa es un sistema económico y de fácil mantenimiento que garantiza la obtención de agua de máxima calidad para el consumo, así como para otros usos como el riego o la industria. El funcionamiento de un sistema de osmosis inversa se basa en la integración de distintos tipos de filtro, sumados a una membrana filtrante, lo que en conjunto compone un equipo de purificación de agua.

Mantenimiento

Una de las ventajas de los sistemas de osmosis inversa es su sencillo y económico mantenimiento, básicamente se basa en la sustitución, cada cierto tiempo, de los distintos filtros y la membrana con el objeto de:

- Garantizar el correcto funcionamiento del aparato.
- Mantener el buen sabor y la calidad del agua.
- Evitar contagios por bacterias que podrían haber anidado en el aparato.

Sustitución de los filtros y las membranas

En un equipo de ósmosis normalmente nos encontramos con cinco cartuchos en cuyo interior se encuentran los filtros: sedimentos, carbón activo (granular) y carbón activo (en bloque); la membrana y el pos filtro.

La frecuencia de sustitución de los filtros depende tanto del fabricante como de la calidad del agua en cada zona, pero como norma general podemos establecer el siguiente calendario o programa de sustituciones:

- Cambio de filtros: los tres, cada 6-12 meses.
- Cambio del post-filtro: cada 12 meses.
- Cambio de la membrana: cada 3 años o cuando se observe un empeoramiento de la calidad del agua.

Forma de sustitución de los filtros y la membrana

Sustituir los distintos cartuchos es una tarea bastante sencilla, que no tiene que dar ningún tipo de complicación siempre que se sigan los siguientes pasos en el orden mencionado:

1. Cerrar la llave de paso del depósito acumulador.
2. Cerrar la llave de paso de agua del aparato.

3. Desenroscar los cartuchos o contenedores de los filtros con una llave especial que normalmente se sirve con el equipo. Hay que tener paciencia porque a veces están muy duros.
4. Una vez abiertos, únicamente hay que sacar los tres filtros que hay en su interior, sustituirlos por los nuevos y volver a enroscar.
5. Ahora ya únicamente nos quedaría el cuarto filtro o postfiltro, que suele estar en la parte superior del equipo y por un lado va enroscado a una TE y por otro a un codo, ambos de plástico. Una forma sencilla de realizar esta acción es soltar el tubo que está cogido en el codo y desenroscar de la TE el filtro. Una vez lo hayamos sacado, ponemos algo de teflón en la TE, desenroscamos el codo del filtro antiguo y lo enroscamos de nuevo. Es importante tomar en consideración que el sentido del agua es desde la TE al codo, por lo tanto la dirección del agua es entrar por la TE y salir por el codo, por lo que hay que respetar el sentido que todos los postfiltro marcan en un papel o impreso en el mismo filtro mediante una flecha. Una vez colocado el codo en su sitio, enroscamos el filtro nuevo en la rosca de la TE y, por último, se vuelve a colocar el tubo que soltamos del codo.
6. Para sustituir la membrana se desconectan las conexiones y se cambia, siendo importante recordar el orden de las conexiones y mantenerlo.



Es muy importante establecer un calendario de operaciones de mantenimiento para saber en qué momento se han realizado los cambios y cuándo toca otra sustitución. El cambio de filtros está pensado para que pueda realizarlo el propio usuario.

9.1.10. S-GS-H01 – Horno

Mantenimiento

Para mantener un horno a leña, hay que tener varios aspectos en cuenta:

Limpieza

Es importante que después de cada uso se limpie de manera correcta el horno retirando todas las cenizas de su interior.

Retirar también los restos que puedan haber quedado de leña y restos orgánicos. De esta manera, lo tendrás preparado para sus próximos usos.

Para limpiar la superficie del horno de las manchas de aceite, grasa, queso o varias salsas que son drenados de los alimentos durante la cocción, es posible cubrir el fondo del horno con las brasas para desinfectar todo. El calor de las brasas quemará el resto de suciedad. Utilice una

escoba de paja o madera húmeda para limpiar el interior del horno y nunca escoba de plástico, completamente inadecuadas para la limpieza de hornos de leña.

Cantidad de leña

Se aconseja no excederse con la cantidad de fuego que se produce dentro, ya que si se superan las temperaturas máximas aconsejables, se puede correr el riesgo de deterioro de su aislación térmica. Además, puede perder la capacidad de hermetismo que se produce en el interior a la hora de cocinar y afectar al resultado final de los alimentos.

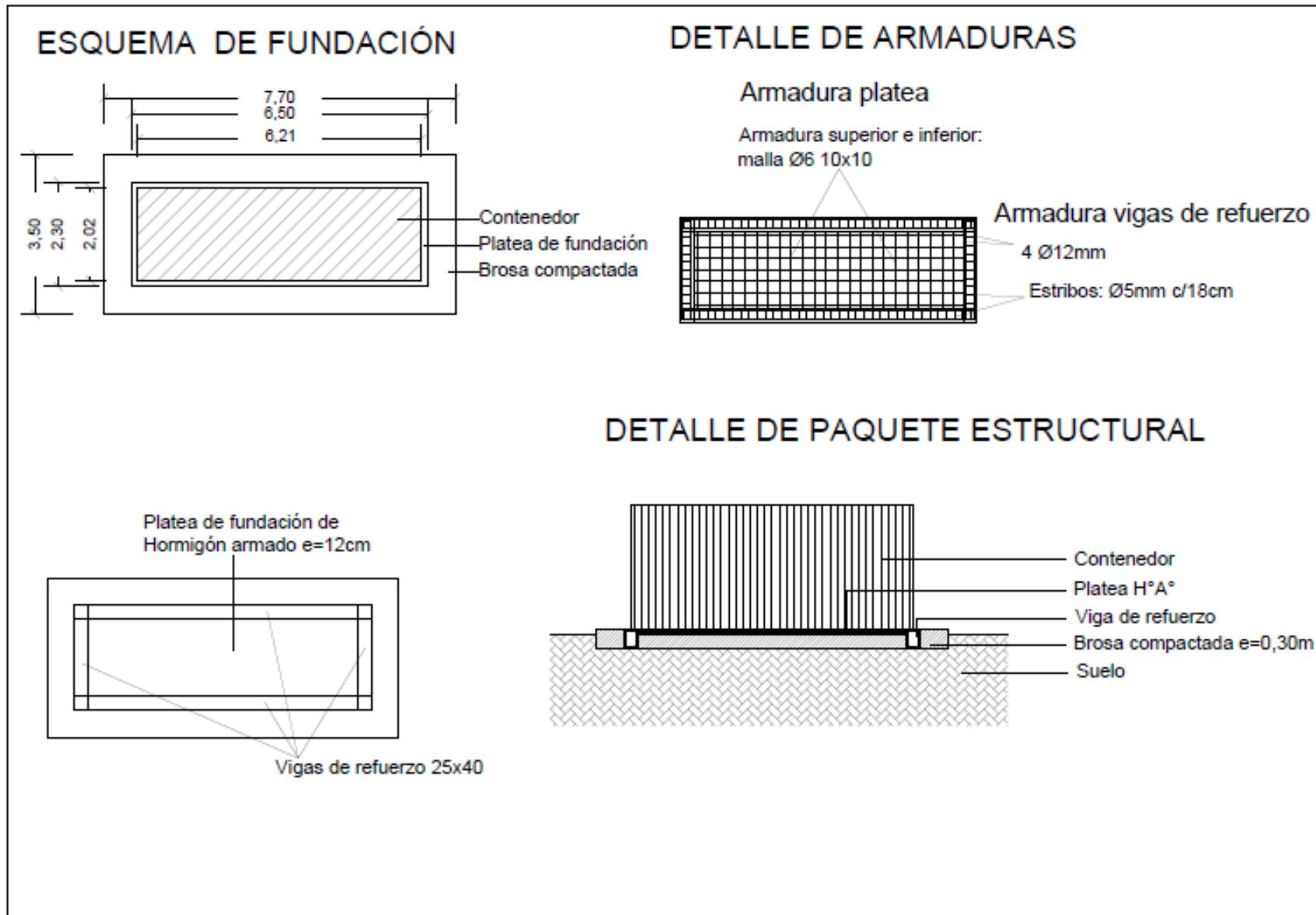
Con estos dos pequeños consejos se puede conseguir que el horno de leña alargue su vida y en consecuencia también se podrá disfrutar mucho más tiempo.

9.2. Estimación de peso del contenedor

Se estima el peso de cada elemento, el cual será necesario tener en cuenta al momento de la carga y descarga del medio de transporte. También el peso final del sistema completo debe ser considerado para el diseño y cálculo de la platea. En la tabla siguiente se detallan los pesos los elementos y la suma de los mismos.

Peso del container	
Elemento	Peso (Kg)
Contenedor	3750
Cámara	160
Evaporador	25
Condensador	17
Tanque agua cruda	1000
Tanque agua tratada	500
Gasificador	700
Base tanque Agua	140
Horno	100
Mesa de trabajo	142
Bomba sumergible	11
Osmosis	10
Bomba presurizadora	11
Calentador de agua	45.6
Bacha	7
Total	6618 kg = 6.6Tn

9.3. S-SG-P - Platea



Aprovechamiento Energético de Biomosas en Zonas Aisladas

ANEXOS: BIBLIOGRAFIA, GLOSARIO,
ABREVIATURAS, CODIFICACIÓN.

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL
Facultad Regional Concepción Del Uruguay

AUTORES: BONNIN, LUCAS; MONZÓN, EMANUEL.

Contenido

10. ANEXOS COMPLEMENTARIOS	2
10.1. GLOSARIO	2
10.2. VOCABULARIO	3
10.3. BIBLIOGRAFÍA	4
10.4. ABREVIATURAS	5
10.5. SOFTWARE	6
10.6. CODIFICACIÓN	7

10. Anexos Complementarios

10.1. Glosario

A.E.A.: Asociación Electrotecnia Argentina.

A-36: Acero de bajo contenido de carbono, material típico de perfiles moldeados, placas y barras de calidad estructural.

ASTM: Siglas en inglés para la American Society of Testing Materials, que significa, Asociación Americana de Ensayo de Materiales. Esta asociación radicada en Estados Unidos se encarga de probar la resistencia de los materiales para la construcción de bienes.

ASTM A-53: es una aleación de acero al carbono, utilizada como acero estructural o para tuberías de baja presión.

INTA: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Argentina.

SENASA: Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. Argentina.

INTI: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.

10.2. Vocabulario

Biomasa: Cantidad de productos obtenidos por fotosíntesis, susceptibles de ser transformados en combustible útil para el hombre y expresada en unidades de superficie y de volumen.

Conteiner: Recipiente metálico grande y recuperable, de tipos y dimensiones normalizados internacionalmente y provisto de ganchos o argollas para facilitar su carga y descarga mediante grúas, que sirve para transportar mercancías a grandes distancias.

Gasificador: es esencialmente un reactor termo-químico donde tienen lugar varios procesos físicos y químicos complejos. La biomasa es secada, calentada, pirolizada, parcialmente oxidada y reducida en este reactor cuando ella fluye a través de él.

Refrigerante 410a: El R410A no es inflamable, es más eficiente y ha permitido mejorar los tamaños y calidades de los equipos. Las características del gas refrigerante R-410a (HFC) responden a la mejora de la eficiencia de los equipos de aire acondicionado con vistas a la prevención del medio ambiente.

Osmosis: Difusión que tiene lugar entre dos líquidos o gases capaces de mezclarse a través de un tabique o membrana semipermeable.

Número de Reynolds: parámetro adimensional cuyo valor indica si el flujo sigue un modelo laminar o turbulento.

NPSH_{Disponible}: es un parámetro del sistema y debe calcularse. Nos dice que tanta succión se puede tolerar antes que la presión alcance P_{sat} .

NPSH_{Requerido} : es un parámetro de la bomba y lo debe dar el fabricante. Se puede interpretar como la succión que produce la bomba para poder manejar el caudal y la cabeza para las cuales fue seleccionada.

10.3. Bibliografía

- Niemann, G. 1973, "Elementos de máquinas. Calculo, diseño y construcción" (2da ed.). Ed Labor S.A.
- Stiopin, P. 1968 "Resistencia de materiales". (3ra ed.) Ed. Mir.
- Çengel - Boles-Termodinámica. (5ta ed.).
- Mataix - Mecánica de los fluidos – (2da ed.).
- Quadri. Manual de Aire Acondicionado – (2da ed.).
- Sobrevila. Circuitos eléctricos y magnéticos.
- <http://defensamontebosqueselvagr.blogspot.com.ar/2010/02/formosa-el-proyecto-de-ordenamiento.html>
- http://relevamiento.techo.org.ar/?latlng=-27.415509652444637,-55.919723510742195&z=12&l=mapa&f=2&y=r2016&chart=0&table=0&details=0&detailsTab=0&nid=TE_001401
- <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo5/contenid/chacorien2.htm>
- <http://www.allpowerlabs.com/products/20kw-power-pallets>
- <http://www.fao.org/docrep/T0512S/t0512s03.htm>
- <http://www.energiza.org/eolica/20-biomasa/953-situaci%C3%B3n-actual-de-la-biomasa-en-el-mundo>
- <http://www.iei-la.org/admin/uploads/generacion-de-electricidad.pdf>
- <http://www.inti.gob.ar/e-renova/erBI/er52.php>
- <http://www.fao.org/docrep/v6204s/v6204s02.htm>
- <https://es.slideshare.net/frankonirvana/diseo-de-una-cmara-frigorifica-para-el-almacenamiento-y-la-conservacin-de-papayas>
- http://articulo.mercadolibre.com.ar/MLA-645424622-osmosis-inversa-pura-oi-stage-1200-litros-por-dia-preventa-_JM
- <https://sig.se.gob.ar/visor/visorsig.php?t=1>
- <https://www.inti.gob.ar/>

10.4. Abreviaturas

In: inch en inglés o pulgada.

kg: kilogramo.

Kg/día: kilogramo por día.
Unidad inglesa: caballo de fuerza.

Kg/m³: kilogramo por metro cúbico.
de continua.

Kg/m: kilogramo por metro.

H₂O: fórmula química del agua.

°C: grados centígrados.

°: grados sexagesimales.

M: metros.

M/min: metros por minuto.

M/s: metros por segundo.

mm: milímetros.

Ω/m: ohm por metro.

Rad: radianes.

Rev.: revoluciones.

Rpm: revoluciones por minuto.

kWh: kilowatts-hora.

Hz: Hertz.

HP: Horse Power.

Vcc: voltaje o tensión

V: volt.

vp: vistas principales.

sold: soldadura.

Tn: toneladas.

10.5. Software

- Solidworks 2016 (Diseño, moldeado, planos).
- AutoCAD (planos).
- Power Point (presentación).
- Dialux (Iluminación).
- Cade_simu (Circuitos eléctricos).

10.6. Codificación

TABLA DE CÓDIGOS		
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DEL ELEMENTO	SERVICIO/UTILIDAD
S-GS	Generador de Servicio	Todos los Servicios
S-GS-P	Platea de Hormigón Armado	Apoyo del Contenedor
S-GS-C01	Conteiner Estándar	Disposición de Elementos
S-GS-C02	Conteiner Modificado	Disposición de Elementos
S-GS-C02-A	Amortiguadores	Apertura de Puertas
S-GS-C02-A-P01	Amortiguador para puerta uno	-
S-GS-C02-A-P02	Amortiguador para puerta dos	-
S-GS-C02-A-P03	Amortiguador para puerta tres	-
S-GS-C02-A-P04	Amortiguador para puerta cuatro	-
S-GS-C02-A-P05	Amortiguador para puerta cinco	-
S-GS-C02-A-P06	Amortiguador para puerta seis	-
S-GS-C02-P	Pintura	Protección de los materiales
S-GS-G01	Biogenerador-Gasificador	Generador de Energía
S-GS-R01	Sistema de Refrigeración	Sistema de Frío
S-GS-R01-Ca	Cámara	Capacidad de Conservación
S-GS-R01-Ca-CR	Ciclo Básico de Refrigeración	-
S-GS-R01-E	Evaporador	Elemento Secundario
S-GS-R01-GR	Gas Refrigerante	Elemento Secundario
S-GS-R01-UC	Unidad Condensadora	Elemento Secundario
S-GS-R01-C	Compresor	Elemento Secundario
S-GS-R01-TC	Tubo Capilar	Elemento Secundario
S-GS-MT01	Mesa de Trabajo Completa	Varios
S-GS-MT01-M	Mesa	Varios
S-GS-MT01-SM	Sierra Eléctrica Manual	Varios
S-GS-MT01-SB	Sierra de Banco	Acondicionamiento de Biomasa
S-GS-MT01-SB-M	Motor de Sierra de Banco	Transmisión de Sierra
S-GS-MT01-SB-T01	Sistema de Transmisión	Elemento Secundario

Aprovechamiento Energético de Biomásas en Zonas Aisladas

PFC-1609B
AC-Rev.01

S-GS-MT01-SB-T01-E	Eje de Transmisión	Elemento Secundario
S-GS-MT01-SB-T01-C	Correa de Transmisión	Elemento Secundario
S-GS-MT01-SB-T01-Ch	Chaveta de Sujeción	Elemento Secundario
S-GS-MT01-SB-T01-R	Rodamiento y Caja de Sujeción	Elemento Secundario
S-GS-MT01-CE	Sistema Eléctrico de Mesa	Elemento Secundario
S-GS-E01-B01	Sistema Eléctrico del Sistema de Bombeo	Elemento Secundario
S-GS-E01-B01-C	Contactores	Accionamiento
S-GS-E01-B01-RT	Relé Térmico	Protección
S-GS-E01-B01-I	Indicadores	Señalización
S-GS-E01-B01-ITM	Interruptor Termomagnético	Protección
S-GS-E01-B01-DD	Disyuntor Diferencial	Protección
S-GS-E01-B01-FT	Fuente de Tensión	Alimentación
S-GS-E01-B01-CN	Control de Nivel	Accionamiento
S-GS-DEPA	Diagrama de Potencia	Suministro Eléctrico
S-GS-DEMA	Diagrama de Mando	Automatización
S-GS-DEGA	Diagrama Esquemático	Automatización
S-GS-B01	Sistema de Bombeo	Suministro de Agua
S-GS-B01-B	Bomba Sumergible	Extracción de Agua
S-GS-B01-DAC	Depósito de Agua Cruda	Acumulación de Agua
S-GS-B01-TD	Torre de depósitos	Elemento Secundario
S-GS-F01	Sistema de Purificación	Potabilización de Agua
S-GS-F01-O	Osmosis	Filtrado de Agua
S-GS-F01-B	Bomba para Osmosis	Elemento Secundario
S-GS-F01-DAF	Depósito de Agua Filtrada	Acumulación de Agua
S-GS-H01	Horno	Cocción de Alimentos
S-GS-H01-CA	Climatización de Agua	Calefacción
S-GS-H01-CA-B	Bomba de Elevación	Elemento Secundario



T æ ˇ æ Æ Õ Æ ´ T Ö

ALL Power Labs
personal scale power

v1.09 Operation Manual



(Grid-tie model shown)

Table of Contents

1. Specifications
2. Relation to other Documents
 - 2.1 Engine Manual
 - 2.2 Engine governor manual
 - 2.3 Generator manual
 - 2.4 Grid-tie controller manual
3. List of Images and Icons
 - 3.1 Warning icons
4. Introduction
 - 4.1 Purpose of this manual
5. Description
 - 5.1 General Use
 - 5.2 General Description
6. Assembly and Installation
 - 6.1 Packaging
 - 6.2 Transporting
 - 6.3 Storage
 - 6.4 Installation Requirements
 - 6.4.1 Facility Requirements
 - 6.4.2 Final Assembly
 - 6.4.2.1 Safety
 - 6.4.2.2 Tools needed for assembly
 - 6.4.2.3 Final assembly instructions
 - a) Hopper
 - c) Ash collection vessel
 - d) Engine
 - e) Grid-tie controller wiring
 - 6.4.3 Post assembly testing
 - 6.4.4 System Requirements
 - 6.4.4.1 Hopper Loading
 - 6.5 Dismantling, Storage and Waste Disposal
7. Equipment Operation
 - 7.1 Safety
 - 7.2 Tools
 - 7.2.1 Provided
 - 7.2.2 Not Provided
 - 7.3 Feedstock
 - 7.3.1 Feedstock Specifications
 - 7.3.2 Feedstock consumption
 - 7.4 Pre-Start Checks and Duties

- 7.4.1 Checklist of Pre-Start duties
- 7.4.2 Detailed Instructions of selected Pre-start Duties
 - 7.4.2.1 Check Governor
 - 7.4.2.2 Empty Ash Vessel
 - 7.4.2.3 Empty Cyclone Ash Can
 - 7.4.2.4 Clean Cyclone
 - 7.4.2.5 Leak Testing the Power Pallet
 - 7.4.2.5 Replacing graphite gaskets (if needed)
- 7.5 How to Operate the Power Pallet
 - 7.5.1 Filling the Gasifier
 - 7.5.2 Lighting the Gasifier
 - 7.5.3 Running the Engine and Generating Electricity
 - 7.5.3.1 Deep Sea Controller LED Status Indicator
 - 7.5.4 Notes about Running the Power Pallet
 - 7.5.4.1 White smoke from the flare
 - 7.5.4.2. Bringing gasifier up to temperature
 - 7.5.4.3 Temperature and gas suction rate
 - 7.5.4.4 Longer starting time compared to gasoline or diesel fueled engines
 - 7.5.4.5 Electrical loads and Gas Quality
- 7.6 PCU display during normal operation
- 7.7 Detecting and resolving bridges
- 7.8 Switching Gas Output from Engine to Flare
- 7.9 Shutting Down the Power Pallet
- 7.10 Displayed Alarms and System Responses
- 8. Maintenance
 - 8.1 Maintenance Safety
 - 8.2 Maintenance Schedule
 - 8.3 Operator Level Maintenance Instructions
 - 8.3.1 Grate Basket Maintenance
 - 8.3.1.1 Clinkers
 - 8.3.2 Filter Maintenance (PP20 Only)
 - 8.3.2.1 Drain Condensate from Filter
 - 8.3.2.2 Change Gas Filter Media
 - 8.3.2.3 Changing the filter media
 - 8.3.2.4 Cleaning Foam Filters
 - 8.3.3 Cowling and Cyclone Air Cleaning
 - 8.3.8 Rotary Filter Maintenance (PP25 only)
 - 8.3.4 Sensor Calibration
 - 8.3.4.1 Oxygen Sensor Calibration
 - 8.3.5 Engine Component Cleaning and Oil Change
 - 8.3.6 Filter System Maintenance (PP25 only)
 - 8.3.7 Manual Drying Bucket and Cyclone Cleaning
 - 8.3.7.1 Drying Bucket
 - 8.3.7.2 Cleaning the Cyclone
 - 8.3.7.3 Cleaning the Gas Lines
 - 8.3.8 Flare Maintenance

This publication may have been revised or updated since this copy was produced. To verify that you have the latest revision, be sure to check the ALL Power Labs website:

www.allpowerlabs.com/support

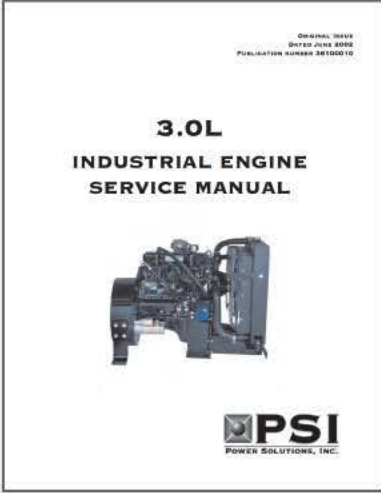
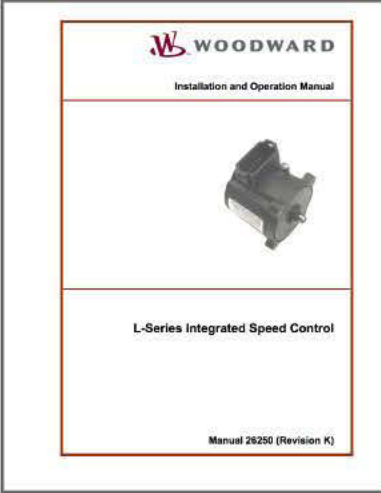

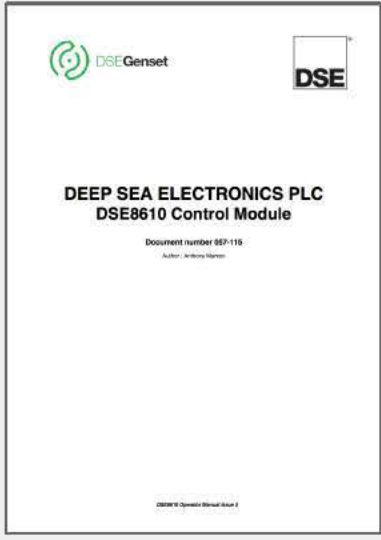
If your publication is not there, please contact your customer service representative to get the latest copy.

1. Specifications

	PP20 v1.09
Electrical output capacity	50 Hz, 1500 RPM: 4–25 kW
Gasifier flow rate	11-52 m ³ /hr
Gas thermal output at maximum	330,000 BTU/hr 97 kW
Biomass consumption rate	50 Hz: 4.8–19.2 kg/hr
System Footprint (l×w×h)	136 cm × 178 cm ×193 cm Footprint includes ash collection vessel beside the pallet. The pallet itself is a 136cm square.
System weight	(893 kg) 1969 lbs not including packaging for shipping or feedstock.

2. Relation to other Documents

All manuals listed below are included in electronic form with the machine, or can be obtained from manufacturer's website. These are referenced in this document and in the User Manuals section of the software package of the machine. Be sure that you check in with the latest version of the manufacturers manuals.

2.1 Engine Manual	2.2 Engine governor manual
 <p data-bbox="290 1178 708 1241"><i>PSI 3.0L INDUSTRIAL ENGINE SERVICE MANUAL</i></p>	 <p data-bbox="875 1178 1367 1241"><i>Woodward L-Series Integrated Speed Control, Manual 26250 (Revision K)</i></p>
2.3 Generator manual	2.4 Grid-tie controller manual
	

3. List of Images and Icons

3.1 Warning icons

	<p>Danger Toxic Carbon Monoxide Gas Locations: front of hopper</p>
	<p>Danger Toxic Carbon Monoxide Gas Location: Laser-cut stainless handles on top of pyroreactor and ash collection port covers</p>
	<p>Danger Ignitable mass of combustible gas Location: Side of hopper, inside on side of filter</p>
	<p>Danger Electric Shock Hazard Location: Cover of grid tie</p>
	<p>Hazard Hot Surfaces Location: Housing right of PCU</p>



Warning
Hot Surfaces
Location: Laser cut into stainless steel heat shield



Warning
USE ONLY IN
WELL VENTILATED AREA
Location: Housing left of PCU



Warning
Physical injury hazard; risk of entanglement with moving parts



Forbidden
Warnings with the red circle and bar indicate forbidden procedures; doing these things will result in injury to the operator or damage to the machine.



Forbidden
Do not operate machine with open enclosure



Forbidden
Do not carry out maintenance on the machine while it is running or while it is hot



Forbidden

Do not forklift the machine from any side other than the engine side. The center of gravity is over the engine side.



Requirement

COMPULSORY TASKS AND SAFETY EQUIPMENT

All blue circled icons indicate requirements



Requirement

Forklift from this side only



Requirement

READ THE OPERATOR'S MANUAL prior to operation

Location: Door of PCU enclosure (see #7 pg. 12)



Requirement

WORK BOOTS REQUIRED



Requirement

HEAT RESISTANT GLOVES REQUIRED



Requirement
EYE PROTECTION REQUIRED

4. Introduction

The *PP25 EU Grid-Tied or Off-Grid Power Pallet* biomass gasifier genset complies with the *Machinery Directive 2006/42* and its amendments, therefore it poses no danger to the operator if it is installed, used and maintained according to the instructions given by ALL Power Labs, and provided the included safety devices are kept in perfect working conditions. While the *PP20 Grid Tied or Off-Grid Power Pallet* is not currently certified under this directive, adherence to the installation, maintenance, and operation instructions given by ALL Power Labs will allow the operator to operate the machinery in a safe manner.

Strict observance of these instructions is required.

4.1 Purpose of this manual

This manual is intended to instruct an operator of the Grid-Tied or Off-Grid Power Pallet models on safe operation and maintenance of the machine for the purpose of generating electrical power in either a grid-tied or off-grid installation. This includes competence in assembly and installation, transport, knowledge of the name and function of the various parts of the machine, and competence with the standard operations and maintenance.

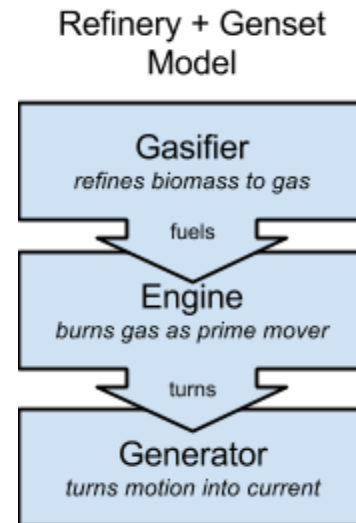
5. Description

5.1 General Use

The Grid-tied Power Pallet with Enclosure (henceforth, also referred to as simply the *Power Pallet*) is intended for generating AC electricity from locally available biomass feedstocks, and supplying this electricity onto either the electric grid or a local micro-grid.

5.2 General Description

The Power Pallet system is comprised of a gasifier integrated with automation system and an engine coupled to a generator. The purpose of the gasifier is to refine biomass feedstocks into a clean-burning gaseous fuel that is compatible with internal combustion engines. Gasification involves subjecting cellulosic biomass to the processes of *drying*, *pyrolysis*, *combustion*, *cracking*, and *reduction*. Tar cracking breaks down tar gases into carbon monoxide, hydrogen, and other light gases by exposure to high temperatures, and reduction converts charcoal into carbon monoxide and hydrogen by percolating the carbon dioxide and water vapor produced during combustion through hot charcoal. The resulting combustible mixture of combustible gases and nitrogen from combustion air is known as *producer gas*. Producer gas is made up of about 20% H₂ and 20% CO, which are both gaseous fuels that the internal combustion engine burns to generate power for grid tied applications.



6. Assembly and Installation

6.1 Packaging

The machine is packaged inside a plywood frame. Carefully remove the frame with a crowbar between the paneling and the wood frame. Be sure not to damage the equipment inside. Two sides of the wooden frame contain screens used for feedstock processing. Be sure not to damage the screens when opening the packaging.

Note: Keep the two screens for feedstock processing. DO NOT THROW OUT!

6.2 Transporting

The machine is to be transported using a forklift or pallet jack across a flat surface. **The machine is only to be lifted from the engine/generator side.** The weight of the system is biased toward the side of the engine and the generator.



DO NOT forklift the machine from any side other than the engine side.

6.3 Storage

The following must be done before storage of the Power Pallet:

- System must be entirely cooled down; drawing air through the system with embers in the reactor will cause the reactor to heat back up and restart.
-
- Purge the cooled system (near ambient temperature) with air by turning on the gas blowers for 10 minutes. If gas circuit is not purged, residual water vapor in the gas circuit increases risk of corrosion; residual carbon monoxide may slowly leak out into surrounding facility. After letting the blowers purge the gas circuit for a minute, open

the hopper lid and to let air enter the system via the hopper. This will let air percolate through the feedstock and purge the remaining gas in the hopper, drying bucket, and PyroReactor for the remaining time.

- Disconnect the on-board battery.
- Empty the cyclone ash can, the ash collection vessel, and condensate vessel.
- Store the Power Pallet in a weather protected area and keep the electronics away from moisture.

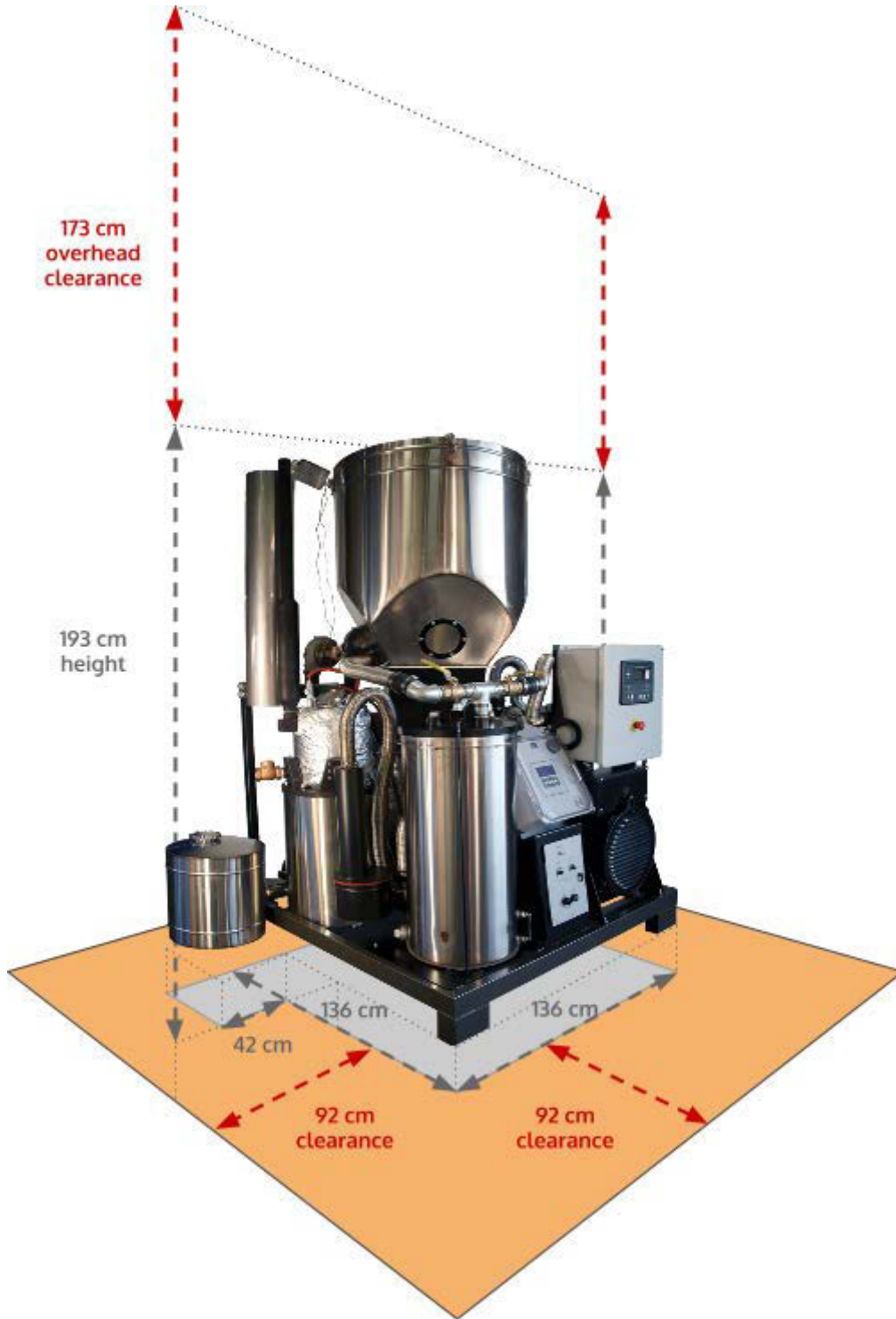
If the Power Pallet is stored for more than 6 months, all of the feedstock and charcoal must be removed. The system must be inspected for proper operation. Inspection after storage includes checking motors (grate shaker motor, ash grate motor and feedstock motor), engine coolant and oil level. The feedstock and charcoal must be taken out and refilled with new material.

6.4 Installation Requirements

6.4.1 Facility Requirements

The facility to house the Power Pallet must have the following characteristics:

- Level flooring made of nonflammable material capable of supporting the weight of the machine (listed in the Specifications section).
- The system is to be installed with a 92 cm clearance around the footprint of the machine and at least a 173 cm clearance above the machine. See illustration on the next page.
- Sufficient ventilation through an exhaust hood with air flow capacity adhering to local regulations.
- Install the CO meter provided with the Power Pallet and verify that it functions properly. Have a CO meter near the operating floor at all times even when the machine is not in operation and especially when performing maintenance.
- Operate the Power Pallet in locations having a max temperature of 40C and at an altitude of 1000m or less. In case of different conditions please consult ALL Power Labs.
- Install the Power Pallet out of direct sunlight. UV from sunlight will damage parts over time.



Clearance requirements around the Power Pallet.

6.4.2 Final Assembly

6.4.2.1 Safety

Assemble the final components after moving the Power Pallet to its final location for installation. During the assembly of the final components it is required to wear steel-toed boots when lifting or moving heavy equipment.



When filling the system with feedstock or charcoal it is required to wear a respirator appropriate to protect against fine particulates.

6.4.2.2 Tools needed for assembly

The following tools are needed for assembly.

- 9/64 inch and $\frac{3}{8}$ inch allen wrenches
- 6' (2m) or higher ladder
- $\frac{1}{2}$ inch or 13mm socket wrench
- Flat head screwdriver
- Phillips-head screwdriver
- 5/16 inch socket driver
- 3/8 inch socket driver

6.4.2.3 Final assembly instructions

a) Hopper

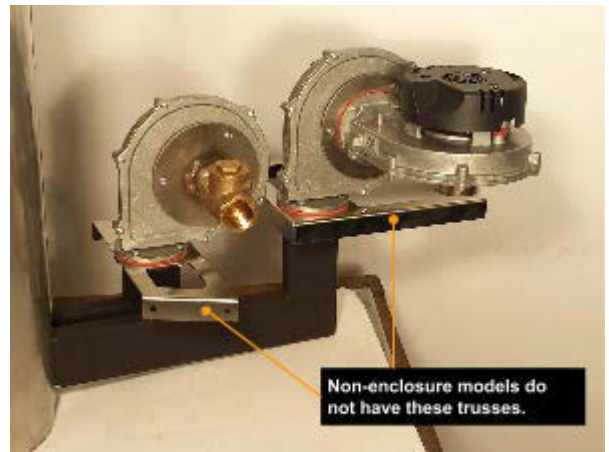
Bolt the hopper onto the drying bucket with the bolts included in the user kit, with the window facing the corner of the machine with the filter

b) Flare, blowers

The flare and blower assembly comes with several parts that will need to be assembled before the Power Pallet will be functional.



1. Several smaller items must be attached to the flare: the blowers and the igniter



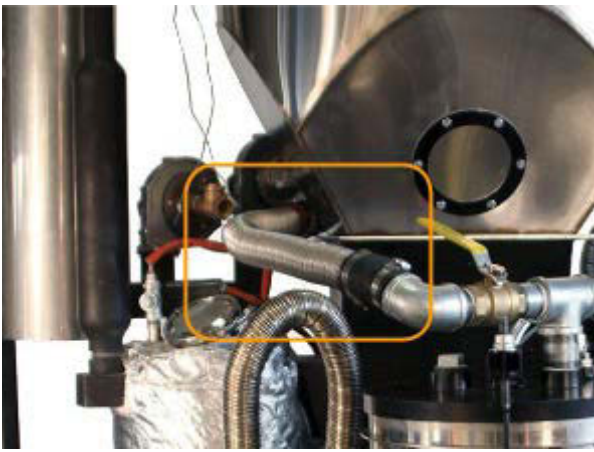
2. When properly assembled, the assembly should look as above. The single air blower should bolt through the small truss, and the double gas blowers should bolt through the larger truss.



3. Attach the igniter to the top of the flare with the machine screws that come with the igniter.



4. Mount the flare onto the flare stem. The flare mount can be found on the base of the flare. Attach the flare to the enclosure by sliding the flare mount to the stem on the gasifier corner of the Power Pallet, then bolt it on with the included bolts. The combustion column of the flare should be on the right side of this stem.



5. Attach the gas blower to the connecting pipe using the flex coupler, which is fitted to both ends with hose clamps.

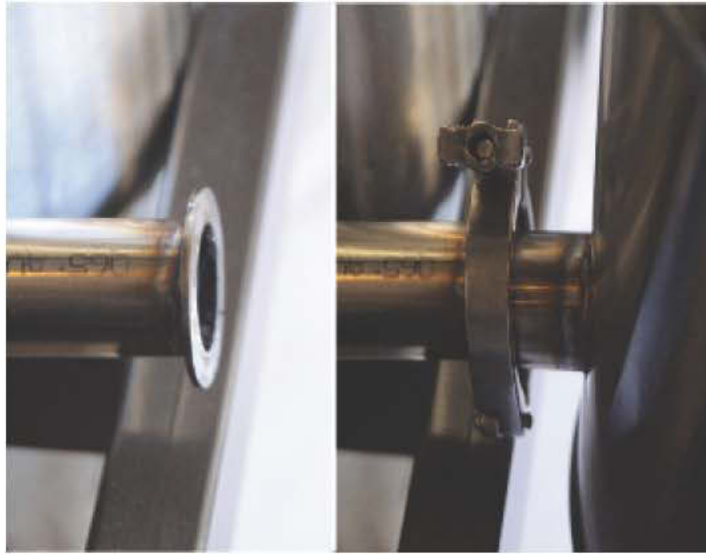


6. Plug in all of the wires into their corresponding blowers.



Testing When all of this is done, turn on the Power Pallet, and briefly test the gas and air blowers by turning them on and listening for a sound at the blowers.

c) Ash collection vessel



Attach the ash collection vessel to the end of the ash auger pipe using the corresponding sanitary clamp.

d) Engine

- Engine oil— 4 quarts (3.79 liters) SAE 10W30, above 0°F (-18°C)
- Engine coolant¹— Recommend ethylene glycol mix 52/48, up to 60% glycol, 40% water; Fill to ¾"-1 ½" below the filler neck on the radiator. Total capacity is approximately 12 quarts (11.4 liters)
- 12 VDC Car Battery (Recommend 75 Amp-hours, 880CCA)

i. Battery

The Power Pallet will need a 12 volt DC car battery. Heavy duty batteries are recommended because of the significant loads that the battery must power during the start-up process.

ii. oil

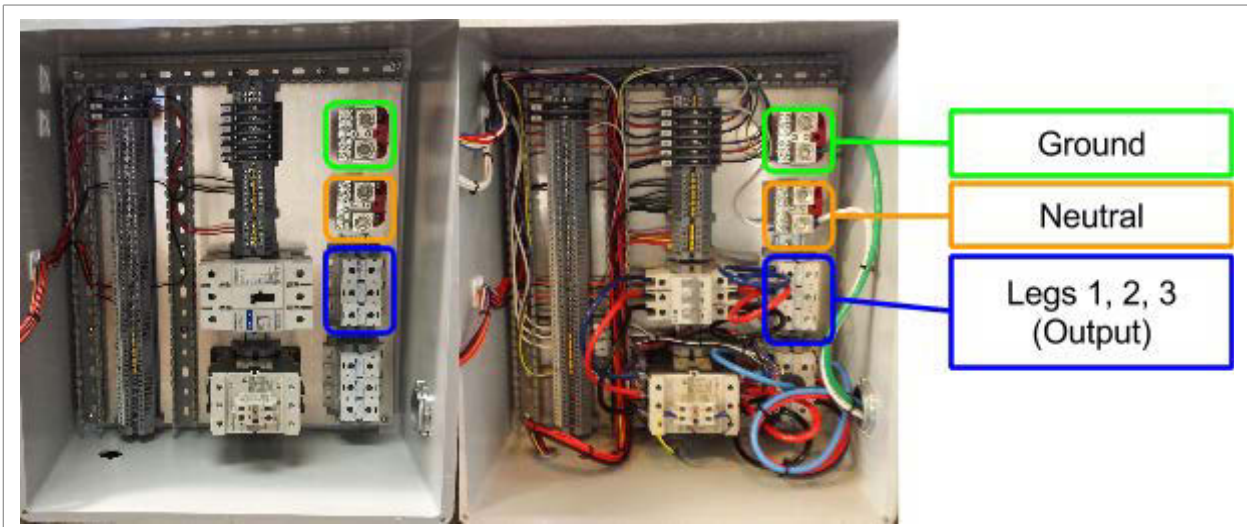
See pages 0-15 through 0-16 in the *PSI 3.0L Industrial Engine Service Manual* for details on oil requirements and maintenance.

iii. coolant

See pages 0-16 through 0-17 in the *PSI 3.0L Industrial Engine Service Manual* for details on the coolant mixture and level requirements.

e) Grid-tie controller wiring

Consult an electrician when wiring to the Power Pallet. Some regions may require the installation of a breaker box, please consult an electrician and comply with local electrical regulations.




The photograph above shows the Grid-Tie control box, without wires on the left, and with wires on the right. When consulting with an electrician to do the electrical portion of the installation of the Power Pallet, please note the important terminals highlighted above.

6.4.2.4 Torque Specifications for final assembly

The torque requirements are listed in the chart below.

Torque Requirements

Component	Bolt Size	Torque (N-m)
Drying bucket to hopper flange	5/16"-18	7
Igniter to flare stack connection	8-32	0.8
Intake Elbow to Intake Manifold	6M	10
Oil return flange to engine block	3/8"-13	35



Gasketed flanges should not be overtightened. Do not tighten enough to bulge out the gasket, as this could damage the gasket.

6.4.3 Post assembly testing

Visually check that all gaskets are seated properly and that all flanges and connections are tightened to the proper torque requirements.

To test the emergency stop button, pull the button outward and disconnect the 13-pin screw terminal connector on the bottom left most corner of the Grid-tie controller. Use a voltmeter to detect continuity between pin 3 on the 13-pin screw terminal and pin 4 on the 12 vDC power bus. The voltmeter should read 0 ohms resistance between these two terminals. When the emergency stop button is depressed, the voltmeter should show no continuity and high ohms resistance.

Before running the system, please refer to the pre-startup checklist in the operation section.

6.4.4 System Requirements

6.4.4.1 Hopper Loading (for PP25EU models only)

Facility requirements include an automated feed system. A 12 VDC powered automatic hopper lid with process control will be included with the Power Pallet. This is in the form of a twist-on

hopper lid, which receives fuel through a “funnel” flange approximately 200mm above the top of the hopper. A suitable feed duct approximately 300mm in diameter should be attached with a relatively air tight seal to this funnel on the hopper lid, and in a similarly airtight fashion on the upper end of the duct to the output of the auger or other feed system provided. This feed system must be able to deliver a minimum of 25 kg of feedstock per minute.

A process control mounted on the Power Pallet hopper has a relay that will open and close a contact connected to a command wire that can be used to synchronize. Relay connection specifications are 16 vDC 10A max at 85C.



Respect the technical specifications of the feed system.

6.5 Waste Disposal, Emissions and Dismantling

6.5.1 Waste Disposal

The tar and condensate collected from the filter and condensate vessels of the Power Pallet typically has a composition of benzene, toluene, ethylbenzene, xylenes and particulate matter. The filter media and condensate should not be poured onto the ground. The filter media and condensate (from cyclone and engine vessels) can be dried and mixed back into the feedstock at 10% tar per weight of the feedstock. If disposing of the tar and condensate, do so in compliance with local motor oil disposal regulations.

Dispose of old batteries according to local environmental regulations.

Engine oil should not be reused. Dispose of engine oil according to local environmental regulations.

6.5.2 Emissions

The Power Pallet emissions are below most emissions regulations and standards for generators in its class in most regions. Check with local regulations to make sure it is within standards of the region the Power Pallet is to be operated. The emissions of the Power Pallet are as follows:


- 300 mg/m³ CO
- 650 mg/m³ NO_x at 5% of O₂






6.5.3 Dismantling

Before disassembly of the machine follow storage procedures then drain the engine oil and coolant. Respect the local waste disposal regulations.

7. Equipment Operation

7.1 Safety

	<p>Always wear proper personal protective equipment during operation.</p>
---	---

	<p>Warning: Hot surfaces during and after operation. Hot components include</p> <ul style="list-style-type: none">• gasifier• gas filter• gas lines• engine <p>and various other components. Hot surfaces can cause burns.</p>
	<p>Operate only in a well ventilated area</p>
	<p>Keep the carbon monoxide detector nearby at all times during operation and service.</p>
	<p>Large volumes of producer gas mixed with air can be form an ignitable gaseous mass. This machine is built is such a way to avoid dangerous masses of ignitable mixtures. But nonetheless, respect all of the indications in the manual to avoid danger in all stages of the process. including operation, normal use and maintenance.</p>
	<p>Do not wear loose clothing around the Power Pallet; may be caught in moving parts. Make sure all objects (including tools and stray feedstock) are clear of all moving parts.</p>



The wiring studs inside the electrical box on top of the generator and any outgoing wires carry high current and can cause severe burns, electric shock, and other serious injury. A trained electrician should design and make any external wiring connections. Operators should take appropriate precautions when handling or working near live wires.



Never operate the machine with an empty or improperly packed filter.

Never operate the machine with an empty hopper. Level should be above the bottom flange of the hopper.

Do not attempt to light the flare without the air blower on, as this will damage the blowers.



Enclosure doors should be closed during operation of the machine (applicable for PP25EU models only).



Always perform the leak-down test before operation.

Always make sure that the on-board 12vDC battery is fully charged before operation.

7.2 Tools

Tools required for operation

7.2.1 Provided

- Starter charcoal— necessary for first start of gasifier
- Squirt bottle— useful for adding accelerant (flammable liquid) for lighting the gasifier
- Carbon Monoxide detector— for operator safety

7.2.2 Not Provided

- Fire extinguisher
- Handheld propane torch— for lighting the gasifier
- Ladder 6 ft (2m) or higher
- Heat-resistant gloves— for handling hot components and surfaces
- Metal pan— at least 10 liter capacity; this will be useful during maintenance, especially when grate basket is being cleaned
- Metal rod or wooden stick, approximately 4 ft (1.25 m) long— for breaking feedstock jams; stick should be fire resistant
- Metal ash rake— for cleaning out grate basket
- Shop vacuum cleaner— for cleaning out the grate basket and several maintenance tasks
- Accelerant— for starting gasifier (e.g. lighter fluid, gasoline, diesel, kerosene, alcohol, any other flammable fluid)
- Car Battery Charger— in case the battery charge is exhausted before the engine can be started

7.3 Feedstock

7.3.1 Feedstock Specifications

Characteristic	Requirement
Particle size	0.5" – 1.5"
Moisture content	less than 30% (Dry weight)
Ash content	less than 5%



Follow the feedstock specifications to avoid damage to the machine.

7.3.2 Feedstock consumption

The biomass consumption rate of the Power Pallet is approximately 1.2 kg of feedstock per 1 kWh of electrical energy. The actual consumption rate varies with load, moisture content, and quality of the feedstock.

7.4 Pre-Start Checks and Duties

7.4.1 Checklist of Pre-Start duties

Item	Correct Operational Status
Charcoal in GEK Gasifier	Charcoal should completely fill the space above the Ash Grate and the reduction bell and about 6 inches below the PyroReactor viewport.
Hopper filled with feedstock	The hopper should be filled at least halfway before start. Please respect the feedstock requirements.
Gas filter	Filter must be packed according to the specifications in the maintenance section. If already packed, confirm that the filter is not clogged. Pfilt must be <300 during engine operation. A reading greater than 300 indicates time to change the filter
Condensate Vessel	Should be empty; draincock must be securely shut.
Ash Collection Vessel	Should be empty.
Cyclone can	Should be empty and attached with an airtight seal.
All seals and connections are airtight	System passes leak testing as stated in the operation section 7.4.2.5.
Air filter	Engine air filter clean enough for sufficient air flow.
Engine coolant	Filled to proper level with the appropriate coolant (see the engine manual for specifications).

12V DC Battery	Battery should be fully charged. Minimum voltage on the battery is 12V, but 14V is preferred.
Governor throttle control check (See Section 6)	Disconnect gas line to verify that governor is freely moving.
Check that blowers work	Blowers are able to pull at least 50-60 units vacuum on reactor. (Preac)
Oxygen sensor reading	Oxygen sensor number display should read 1.5 at startup; do not run if error condition shown.
Flare Igniter	Igniter should turn ON when Preac (indicated on the PCU display) is greater than 5. Check visually to make sure the Igniter turns on (glows red).
Biomass Auger feed	Runs properly (not obstructed) and fills reactor with feedstock. Alarm will sound if not working properly.
Clearance for rotational components	Make sure nothing is obstructing the rotational components of the generator, engine, or gasifier (ie: wood chips, tools, etc).
Flare or exhaust stack	Make sure nothing is obstructing the hot gas exits of the exhaust and flare stack.
Check CO meter	CO meter is working and is near the operator.
Walk Around	Double check bungs, latches, gas connections and bolts.

7.4.2 Detailed Instructions of selected Pre-start Duties

7.4.2.1 Check Governor



1) Disconnect the Novaflex hose between the air mixer and the engine governor to drain condensate and tars.



2) Inspect the engine governor throttle plate for tar accumulation, and clean accordingly while the tars are warm and soft. Reconnect Novaflex when finished.

Use grease cutting cleaning solvents or alcohol to dissolve excess tar as needed.

7.4.2.2 Empty Ash Vessel

The ash collection vessel of the Power Pallet can collect between 12 and 24 hours of char ash, depending on feedstock quality and load. The recommended time for emptying the ash collection vessel is right before operating the Power Pallet, while the reactor is cool, but it may also be emptied after an operating session if it is permitted to cool down until it is safe to touch. Please be aware that detaching and opening the ash collection vessel poses a carbon monoxide hazard. Make sure you are working in an area with good ventilation.



Precaution: Turn on the gas blowers to a low setting (3-4) so carbon monoxide does not vent out into the working area when the vessel is detached.

1. Detach the ash collection vessel by loosening the sanitary clamp on the inlet tube. Take the vessel to your disposal area.



2. Open the access port on top of the ash collection vessel by loosening the sanitary clamp, and dump the ash out.

3. Close the access port, and re-attach the ash collection vessel. **Be sure to establish air-tight seals. Air leaks in this location increase the risk of explosion and reactor component damage due to local combustion.**

7.4.2.3 Empty Cyclone Ash Can

The cyclone ash can collects charcoal dust and ash separated out of the gas by the cyclone. It has enough capacity to handle 14-24 hours of Power Pallet operation depending on feedstock and settings, and should be emptied before each session. However, there is no way to measure the level so check before 10 hours to make sure it does not fill and over pack. If it overpacks this could damage the ash auger. Make sure there is adequate ventilation; this step is a carbon monoxide hazard.



Precaution: Turn on the gas blowers to a low setting (5) to apply a little bit of suction so carbon monoxide does not vent out into the working area when the ash can is detached.



Inspect Gasket and fitting hardware: the cyclone ash can holds onto the cyclone fixture using pegs on the can that pull into slots on the lid at the bottom of the cyclone. To establish an airtight seal, the gasket on the lid must not be broken or cracked. Be sure to inspect this gasket each time the cyclone ash can is emptied.

1. With the gasifier cool, take hold of the handles of the cyclone ash can and turn the can clockwise about 15°. The can should descend and come loose.

2. Dispose of the contents, and re-attach the can by aligning the pegs with the slots, lifting upwards, and tightening the can counter-clockwise. **Be sure to establish an air-tight seal; air leaks cause internal fires.**

7.4.2.4 Clean Cyclone

Particulate matter and tar may gradually accumulate in the cyclone; as part of regular maintenance, it should be cleaned out by inserting a narrow bottle brush up the hole at the bottom of the cyclone to knock out any dust that has accumulated in the cyclone.



The cyclone with its ash can removed for maintenance. The hole under the cyclone can be seen. Insert a pipe brush into this hole to purge any accumulated fouling.

7.4.2.5 Leak Testing the Power Pallet

The Power Pallet operator should carry out the following leak test before running the machine. Air leaks are hazardous to the machine and to the user, risking internal fires and permanent damage to the machine. Leaks are most likely to be introduced during assembly after maintenance; thermal cycling can also potentially cause leaks. If a leak is detected, the operator should examine every seal and joint that is opened during maintenance. Advanced leak detection is explained in Section 3 of the Technician's Handbook.

<p>1) Turn on the automation assembly</p>	<p>2) Open the valve to the flare and close the valve to the engine.</p>



3) Seal off the air intake check valve; use a 1.5" pipe plug. Plastic pipe plugs usually will not require the assistance of pipe thread tape to establish a seal good enough for this test, but cast iron plugs may thread tape. If a pipe plug is not available, duct tape may be used to seal off the air intake.

4) Turn the gas blower up to 11 (the maximum setting). This will apply vacuum pressure to the entire gas circuit.



5) Shut the valve to the flare, then turn off the blower. The valve should lock in the vacuum pressure.

Test criteria #1: When the numbers indicated for **Preac** and **Pcomb** stop rising,

- If the reactor pressure reading is near or >90, the reactor passes the first leak test.
- If the pressure is <90, it may be that the battery has insufficient charge, there

Test criteria #2: After closing the valve, the pressure will begin to drop. Start timing the pressure drop on the PCU right after the valve is closed.

- Takes >60s to reach 0. This is typical for new and well sealed systems. The reactor passes the leak test.

is a significant leak, or there is a large pressure drop in the system. This needs to be solved before continuing.	<ul style="list-style-type: none">• If the pressure drops to zero <30 sec, the reactor fails, and should not be operated until the leak is repaired.
--	--

If the graphite rope comes out, or if leak testing always seems to fail after opening the reactor access door, use a narrow pick to pull the graphite rope out. Wedge a fresh graphite rope into the groove with the end cut on a bias, and align the ends. Smear graphite paste over the rope, and try to seat the seal again. Be sure to do a leak test to verify a successful seal.

7.4.2.5 Replacing graphite gaskets (if needed)

The following items on the gasifier are sealed using graphite rope and graphite paste:

- Reactor access door seal
- Interface between the air intake and the PyroReactor's flange
- Interface between the riser to the cyclone and the PyroReactor's flange
- Interface between the riser and the cyclone itself
- Interface between the underside of the PyroReactor's flange and the gas cowling

The only one of these that is regularly opened is the reactor access door, so this is likely to be the only seal that will need to be replaced in the course of maintenance. If the graphite rope comes out, or if leak testing always seems to fail after opening the reactor access door, use a narrow pick to pull the graphite rope out. Wedge a fresh graphite rope into the groove with the end cut on a bias, and align the ends. Smear graphite paste over the rope, and try to seat the seal again. Be sure to do a leak test to verify a successful seal.

7.5 PCU display

PCU display briefly shows a splash screen before displaying main screen when the Power Pallet is on:

Trst	TTTT	Pcomb	PPP
Tred	TTTT	Preac	PPP
Pratio	RR	Pfilt	PPP
NEXT	ALARM	T:	00000

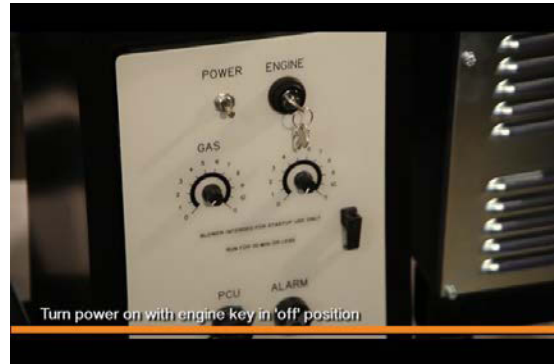
Power Pallet main screen

During normal steady-state operations, the parameters indicated above will generally meet the following conditions.

Trst	Units are degrees Celsius. Should be higher than 800°, but less than 1020°	Pcomb	Units are tenths of an inch of water column. Varies with load.
Tred	Units are degrees Celsius. Should be higher than 650°C.	Preac	Units are tenths of an inch of water column. Varies with load. Should have a larger number than Pcomb .
Pratio	Indicates the ratio Pcomb/Preac * 100. Should be between 20 and 60.	Pfilt	Indicates pressure difference between the reactor and filter; varies with load. P_filt should be <300 during engine operation.
NEXT	Press the button below the NEXT label to advance to the next menu.	ALARM	The ALARM label will flash when there is an active alarm. Press the button below to view active alarms.
T:	This area displays the number of seconds the PCU has been powered on and can be used to correlate events with a timestamp in the data log.		

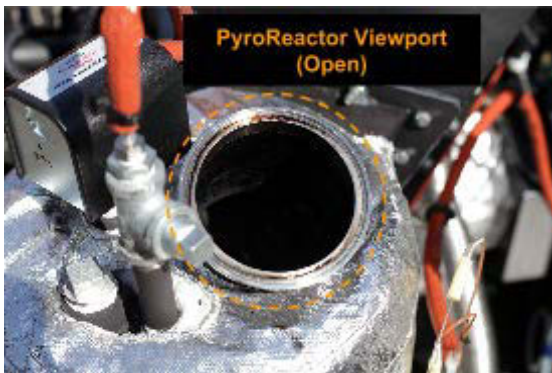
7.6 How to Operate the Power Pallet

7.6.1 Filling the Gasifier



1. Sift the dust and fines out of the bags of provided charcoal using the ½” mesh provided with the Power Pallet and pour it into the hopper.

2. Turn the main power switch ‘On’ Wait a few seconds for the Power Pallet automation to come on.



Indication: The auger will activate and fill the reactor with the charcoal. This can be observed through the viewport on top of the PyroReactor if desired.

3. Fill the hopper with APL-approved feedstock and fasten the lid on the hopper, ensuring that the lid is sufficiently secure to hold a gas tight seal.

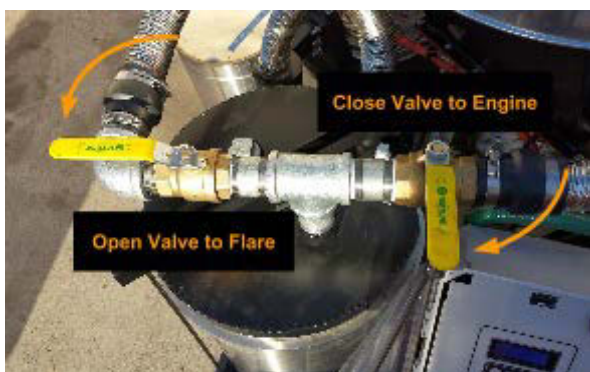


Notes: When starting the Power Pallet for the first time, fill the reactor with charcoal until it reaches the tip of the fuel switch. If there is not enough charcoal provided, use locally sourced charcoal. The ideal feedstock for the first start will have less than 15% moisture content.

The sizes of both the charcoal and feedstock pieces should be within the range of ½”-1 ½”.

Indication: When the reactor is full, the fuel switch will automatically turn off the auger.

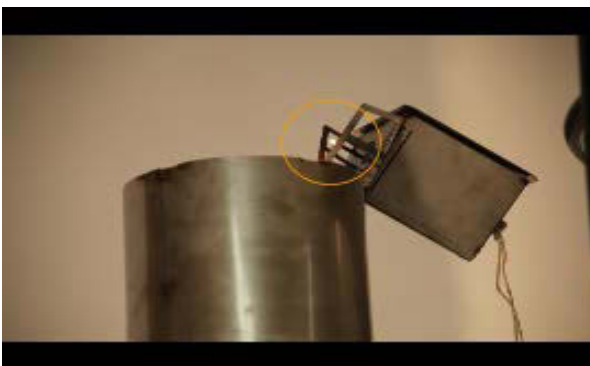
7.6.2 Lighting the Gasifier



1. Open the valve that leads to the flare, and close the valve that leads to the engine.



2. Turn the gas blower until **Preac** reading reaches 15, and adjust the air blower to just under the gas blower setting. The igniter will turn on once the **Preac** (Pressure in the reactor-indexed value) reading exceeds 5. Note: The Grid Tied Models will not have an engine key switch.



Indication: The igniter at the top of the flare stack should start glowing.



Optional: Use the squirt bottle to add approximately 15-25 mL of starting fluid (e.g. diesel, gasoline, kerosene) through the lighting port at the top of the reactor. This may help slightly moist feedstocks light faster.



5. Use a hand-held lighting torch to light the gasifier through the lighting port. Smoke and steam should emerge from the flare stack.



6. When T_{rst} (temperature at the restriction) reaches 80°C , cap the lighting port to stop any additional air from entering



7. Increase the value of the gas blower to increase $Preac$ to -40 units. Once the flare is lit increase the gas blower to the maximum setting. Then increase the air setting until the combustion descends into the flare tube.



Indication: The flare will produce a low-pitched roaring sound when the igniter lights the gas and air mixture. If flames are visible above the flare, slowly increase the value of the air blower until the flames descend into the flare stack.

Note: startup should not take more than 20 minutes. Extended startup may deplete the battery. See Section 7.5.4.2. under the heading *Bringing the gasifier up to temperature.*

7.5.3 Running the Engine and Generating Electricity

The Power Pallet off-grid and grid-tied systems have different engine startup procedures.

7.5.3.1 Off-Grid Models only

A. Starting the Engine

1. Quickly close the valve to the flare, and turn the gas and blower knobs to 0.

2. Open the gas valve to the engine.
3. Turn the key to engage the starter. You will see the servo valve close initially then slowly open as the gas line is fully purged with gas then the engine should start. Note that you may need to crank it long enough for the gas to fully purge. Do not crank for more than 5 seconds at a time before waiting 15 seconds or so for the starter to cool.

B. Shutting down the Engine

1. Turn the key switch to the off position.
2. Wait until the engine has stopped turning then close the engine valve.
3. Switch the system over to flare mode (See section 5.5.5).

7.5.3.2 Grid-Tied Models only



Warning: Risk of electric shock! Do not open grid-tie controller panel or touch the bus.

A. Starting the Engine

1. Check to see that the Grid-tie controller screen says “Generator at rest”.
2. Close the valve to the flare and open the valve to the engine. Turn the Gas and Air blower knobs to 0.
3. Press the “manual mode” button and screen will note “manual mode” at the bottom of the screen.
4. Then press the green “Start” button. The Grid-tie controller will attempt to start the engine. It will try 3 times if not successful on the first try.
5. To connect to the grid once the engine is running, press the “Open/Close

Genset” button on the Grid-tie controller and it will sync the generator to the grid and close the contactor. You will now be exporting power to the grid.

Note: If the PCU sees that there is a problem then it will command the Grid-tie controller to shut down. To clear the alarm, first clear the alarm on the PCU by pressing “Reset” then press the red “Stop/Reset” button on the Grid-tie controller unit.

B. Shutting down the Grid-tie controller

1. To disconnect the generator from the grid, press the “Load Open/Close” button. This will ramp down the amount of exported power to the grid and leave the engine running.
2. To stop the engine, press the “Stop/Reset” button. The engine will run for a cool down period then stop. To stop the engine immediately, press the “Stop/Reset” button twice. To stop the engine immediately press the emergency stop button. This will shut the engine down immediately by cutting off power to the engine ignition system. The emergency stop button will cause an alarm and record an emergency stop event in the event log.
3. Switch the system over to flare mode (See section 5.5.5).

For further information please refer to the Grid-tie controller Operator’s Manual.

7.5.3.2.1 Deep Sea Controller LED Status Indicator

In the Grid Tie model, the LED status indicators signify the following:

LED Number	Status
1	Bus Live
2	Generator Available
3	Generator Closed Aux
4	PLC Flag 1 (set in PLC to come on with 1 kW of Power)

7.5.4 Notes about Running the Power Pallet

7.5.4.1 White smoke from the flare

The first thing that comes out of the top of the flare during the lighting of the gasifier is white smoke. This smoke is a mixture of tar gases and water vapor being driven out of the system as it heats up. The heating element of the flare should eventually ignite the mixture once the concentration of combustible gases is high enough to catch fire. If there is too much water in the feedstock or the gas circuit, the flare may have difficulty lighting the smoke.

7.5.4.2. Bringing gasifier up to temperature

If you are unable to get the system up to the prescribed temperature range (Trst around 800°C) after 20 minutes with the blowers at their maximum setting, and if Tred is above 650°C, switch the valves to route the gas to the engine and try starting the engine and applying a load. The engine will draw a greater volume of gas than the blowers, and the exhaust will heat up the Pyroreactor, which should help bring the reactor up to temperature. If this procedure does not work, shut down the Power Pallet and troubleshoot.

7.5.4.3 Temperature and gas suction rate

The temperatures inside the gasifier depend on the rate of combustion. During the startup period, the combustion rate depends on the level of suction being applied to the gasifier by the gas blowers. Increasing the level of gas suction will accelerate the heating of the gasifier.

7.5.4.4 Longer starting time compared to gasoline or diesel fueled engines

Unlike conventional gasoline or diesel engines, the engine on the Power Pallet may take up to a minute or more to start. This is because the engine must pull all the remaining air out of the gas circuit before it can start drawing in combustible gases from the gasifier. If the engine fails to start after three attempts, let the starter cool for five minutes and troubleshoot the system. For information on troubleshooting please see the Troubleshooting Section of the Technician's Handbook.

7.5.4.5 Electrical loads and Gas Quality

There must not be an electrical load on the generator when the engine is starting. Only apply the load once the engine has successfully started. The electrical load applied to the Power Pallet will have some influence on the quality of the gas. Higher loads result in greater suction on the gasifier, which result in higher temperatures. Higher temperatures result in more efficient tar cracking and more thorough reduction. Accordingly, a temperature of 750°C must be maintained at Trst to maintain proper engine function.

7.5.4.6 Detecting and resolving bridges

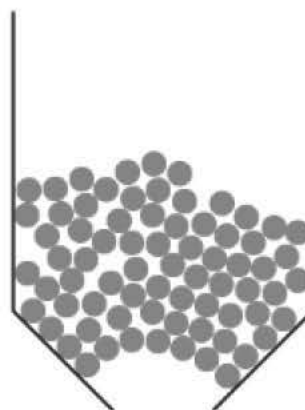


Warning: The gases that are released when opening the PyroReactor viewport are flammable and rich in carbon monoxide. Keep the carbon monoxide detector nearby at all times and ensure adequate ventilation.

Trst	TTTT	Pcomb	PPP
Tred	TTTT	Preac	PPP
Pratio	RR	Pfilt	PPP
NEXT		T:	00000

if **Pratio** > 60,

there is probably bridging in the gasifier.



Indication: If the PCU display shows that the **Pratio** value is above 60, it is likely that there is bridging occurring in the gasifier.

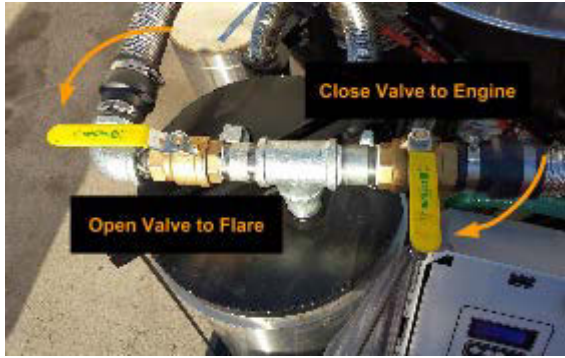
Definition: Bridging is the condition of feedstock failing to flow down into an empty space because of the formation of a bridge or a dome of feedstock.



Recommendation: Open the pyroreactor viewport using heat resistant gloves, and use a long fire-resistant stick to poke through the charcoal inside to break bridging. Then close the pyroreactor viewport quickly.

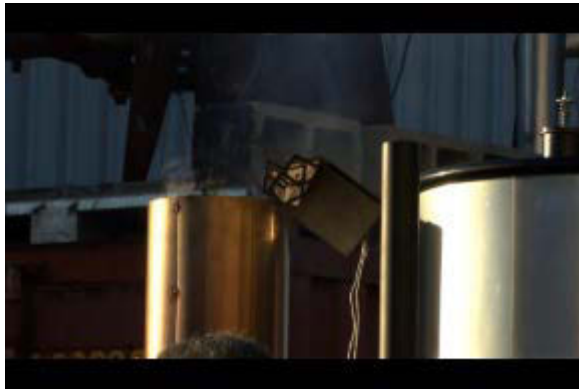
7.5.5 Switching Gas Output from Engine to Flare

When shutting down the gasifier, and when you need to temporarily stop the engine but want to idle the gasifier in order to keep the reactor hot and to maintain the gas quality, you may need to switch the gas output from the engine back to the flare.



1. After shutting down the engine in the instructions in section 7.5.3, close the valve to the engine and open the valve to the flare.

2. Adjust the gas blower knob until **Preac** indicates at least 5 units (igniter will not light at readings below this), then adjust the air blower knob until the flame descends into the flare and a low roaring noise can be heard. Higher suction rates can be used to maintain higher temperatures, as needed.





Indication: When the igniter lights the smoke and air mixture, the flame should descend into the flare and produce a low roaring sound. If flames are visible above the flare, increase the air blower setting until the flames descend into the flare.

7.5.6 Gasifier Shutdown Procedure



Turn the blowers down until **Preac** is 1 and let the system run for 5 minutes (or until **Tred** is 650°C) before completely shutting all valves off. This is because the gasifier will have enough heat in it to continue to produce gas and smoke even after the engine is stopped; all of the

gas produced by this residual heat will result in the Power Pallet leaking smoke and carbon monoxide rich gas into its surroundings. If the gasifier is very hot and is shut down without a cool-down period, the large quantity of tar gases produced by the residual heat may even condense on the feedstock in the pyrolysis column and may increase the risk of jams when cooled down.

7.6 Power Pallet Shutdown Checklist

	<p>Warning: This procedure presents a carbon monoxide hazard to the operator. Make sure there is adequate ventilation, and keep the carbon monoxide detector nearby at all times.</p>
	<p>Warning: There may be hot liquid tar and condensate in the hoses after shutting down the machine. These liquids are sticky, stinky, irritating, and will make a mess if spilled. Have a container nearby into which you can pour the tar and condensate from each of the following steps.</p>

Shutdown Checklist

 <p>Loosen the circled fasteners</p>	
<p>1) Disconnect the hose between the air mixer and the engine governor to drain condensate and tars.</p>	<p>2) Inspect the engine governor throttle plate for tar accumulation, and clean accordingly while the tars are warm and soft. Reconnect when finished.</p>



3) Drain the condensate vessel and close the draincock securely.

The condensate vessel is located as indicated above.

7.7 Displayed Alarms and System Responses

Below is a table of the errors that are displayed and the action taken by the system.




Alarm Name on Screen	Alarm Conditions	Time until Alarm	System Shutdown Time	Advice Displayed on Screen
Auger on too long	Auger on	4 min	Auto Engine Shutdown at 6 min	Check Fuel
Auger off too long	Auger off	8 min	Auto Engine Shutdown in 10 min	Bridging?
Bad Reactor P_ratio	if P_ratio value is <p_ratio low value and >p_ratio high value (user configurable; default = 30, 60)	Variable	No action	Reactor Fuel Issue
Trst low for engine	< 700°C (default; user adjustable) for trest	3 sec	No action	Increase Load
Tred high for eng.	Engine on and reduction temperatures above 950°C	Immediate	Engine shutdown at 60 sec	Low Fuel in Reactor?
Check Oil Pressure	Oil pressure less than user setting (default = 6psi)	No alarm	Auto engine shutdown after 0.5 sec. Note: first 3 seconds during engine start up ignored	Check Oil Pressure
No O ₂ Sensor Signal	Greater than 0.25 sec	30 sec	Reset oxygen sensor at 0.25 sec Auto engine shutdown after 60 sec	No O ₂ Sensor Signal
Auger Low Current		1 min	Auto engine shutdown after 3 min	Check Fuel

FuelSwitch/Auger Jam	10 auger fwd/rev cycles	Immediate	Auto engine shutdown at 20 forward/reverse cycles	Check Fuel & Switch
High P_comb	Combustion vacuum > 300 units	No alarm	Immediate	Check Air Intake
High Coolant Temp	Greater than 98°C default (user configurable)	0 sec	Engine shutdown 3 sec	High Coolant Temp
Reduction Temp Low	Engine on and top restriction temperatures below 790°C	3 sec	Engine shutdown 7 sec	Increase Load
Restriction Temp High	Engine on and Trst > 1050°C (user configurable)	No alarm	Engine shutdown 15 sec	Reduce Load
Reduction Temp High	Engine on and Tred > 975°C (user configurable)	No alarm	Engine shutdown 60 sec	Reduce Load
Grate Motor Fault	Electrical or mechanical issue with grate shake system	Immediate		
Ash Auger Stuck	Mechanical issue with ash removal system	Immediate		
Ash Auger Fault	Electrical issue with ash removal system	Immediate		

The display will allow for multiple alarm conditions. If multiple alarm conditions are present, menu shows the alarm count in the upper right corner. The time before shutdown is shown as a countdown on the display. Alarms that do not cause an automatic engine shutdown can be unset by resolving the alarm condition. Silencing of the alarm is allowed and will hide the alarm message from display. While hidden alarms are present the ALARM label with flash in the status view. Any new alarm conditions will turn the alarm back on and display the new alarm message.

8. Maintenance

8.1 Maintenance Safety

	<p>Even if the system has cooled to room temperature it will still contain large amounts of CO. Do not service the system until the system has been purged according to the instructions in the Storage (section 6.3) of this manual.</p>
	<p>Service the machine only in a well ventilated area.</p>
	<ul style="list-style-type: none">• Do not service while system is running• Do not service machine is hot. Wait for the system to cool to room temperature.

8.2 Maintenance Schedule

Operator Level Tasks					Time required
<i>Service Interval Hours:</i>	20	62	125	500	
<i>Service Interval Calendar (@7000hr/yr):</i>	Daily	3 Days	Weekly	Monthly	
Pre-start Checks and Duties	✓				30 min
Grate Basket Maintenance		✓			30 min
Packed Bed Filter Maintenance (PP20 only)		✓			30 min
Cowling and Cyclone Air Cleaning			✓		45 min
Rotary Filter Maintenance (PP25 only)			✓		30 min
Unplanned Operator Attendance			✓		60 min
Sensor Calibration			✓		30 min
Engine Oil Change and Component Cleaning				✓	60 min
Manual Drying Bucket and Cyclone Cleaning				✓	120 min
Filtration System Maintenance (PP25 only)				✓	60 min
Flare Maintenance				✓	45 min

Technician Level Tasks					Time required
<i>Service Interval Hours:</i>	1750	3500	7000	14000	
<i>Service Interval Calendar (@7000hr/yr):</i>	3 Months	6 Mon hs	Yearly	2 Years	
Air Lock Maintenance (PP25 only)	✓				30 min
Engine General Maintenance and Tune Up	✓				120 min
Replace O ₂ Sensor	✓				30 min
Overhaul Gasifier		✓			180 min
Overhaul Hopper & Air Lock (PP25 only)		✓			60 min

Turbo Maintenance (PP25 only)		✓			30 min
Replace Gasifier & Rotary Filter (PP25 only)			✓		180 min
Overhaul Hopper			✓		45 min
Overhaul Flare			✓		30 min
Overhaul Engine			✓		180 min
Replace Engine				✓	480 min

8.3 Operator Level Maintenance Instructions

Below are the instructions for operator level maintenance. The technician level maintenance instructions out of the scope of the operation manual are described in the *Technician's Handbook for the Power Pallet* and should only be conducted by a trained technician.

8.3.1 Grate Basket Maintenance

The grate basket plays a crucial role in the production of combustible gases, and must be maintained on a regular basis. Its primary role is to contain a bed of hot charcoal to support reduction reactions. The gasifier will not start to produce usable gas until the reduction reactions in the grate basket begin, but these cannot occur without charcoal filling the grate basket. Secondly, by being shaken, it separates char ash from the rest of the charcoal to maintain a good rate of gas flow. The grate basket is subjected to high temperatures and shaking; when inspecting the basket, make sure the basket is intact, and that the holes are not obstructed.

8.3.1.1 Clinkers

Clinkers are formed when the ash of the feedstock fuses together to form a hard rock-like formation instead of remaining as dusty like ash. Clinker formation can increase when using feedstocks with high ash content and high energy value. While gasifier temperatures and other operating parameters (grate shaking, engine exhaust recycling rate, etc) can directly affect clinker formation, it is important to understand that most all biomass combustion and gasification systems have the same issue of clinker formation during their normal operating parameters, ours is no different as this is a common issue among similar systems.

Check your grate basket after your first few runs to determine the clinker forming characteristics of your feedstock, and adjust the maintenance schedule according to your observations. If clinkers have accumulated in the basket, the grate basket must be cleaned out, and refilled. If clinkers are physically attached to the inner wall of the gasifier or the grate basket, try **very very carefully** to pry them off with a stick in a way that does not damage the equipment. If there is damage, please contact support@allpowerlabs.org.

If the clinker forming risk is low, this visual inspection can be less frequent for a given feedstock. It is recommend to sift out the clinkers from the charcoal after emptying the reactor to reuse.

The grate basket shaking rate can be sped up to decrease the risk of clinkers fouling. If you observe problems with your reduction reactions or gas quality, you may need to manually remove the clinkers from the reactor. A possible indicator of clinker formation is that the operating **Pratio**, indicated on the PCU, gradually decreases over the course of operation and does not recover with grate shaking. This would be caused by a build-up of clinkers choking the flow of gases, which lowers this pressure ratio across the grate basket.

Warning:
Carbon Monoxide Hazard



Warning: This procedure presents a carbon monoxide hazard to the operator. Make sure there is adequate ventilation, and keep the carbon monoxide detector nearby at all times. To draw carbon monoxide away from the work area, turn the gas blowers to 5 or higher if smoke is visible. Use safety goggles and gloves for touching hot surfaces.

Recommendation:
We recommend using a small ash rake or equivalent tool for this procedure.



1. With the Power Pallet off, and the gasifier cooled down to ambient temperature, open the reactor access port by turning the wheel counter-clockwise until the bar is loose; rotate the bar to free it from the bar cradle, and gently pull the hatch outwards.



2. Inside the reactor, you should be able to see the gate on the grate basket. Take hold of the handle of the gate on the grate basket, and lift it up, then pull it out. This will give you access to the grate basket.



3. Rake the material out of the grate basket using a short metal pole or an ash rake and a metal pan to catch the charcoal. If clinkers are present, they may look like dark rocks or oysters.



4. Replace the gate on the grate basket securely, then replace the hatch and tighten it down so that it forms an air-tight seal. Do a leak test to make sure your seals are air-tight.

← **Important:** When raking out the grate basket, all the feedstock and partially charred material in the reactor will eventually descend into the grate basket to be raked out. Be sure to fill the reactor all the way up to the fuel switch with charcoal pieces before the next run. Because the hopper may be full, put the charcoal into the reactor through the PyroReactor viewport. The gasifier will not produce usable gas without charcoal filling the grate basket.

Technician level maintenance instructions are out of the scope of this document. For all Technician level maintenance operations, please consult a certified technician.

8.3.2 Packed Bed Filter Maintenance (PP20 Only)

8.3.2.1 Drain Condensate from Filter

The producer gas continues to cool as it passes through the gas filter, and a great deal of condensation comes out of the gas in the course of filtration. As part of daily maintenance, drain this condensation out of the filter via the sanitary fitting which serves as the gas inlet at the bottom of the filter. Be sure to reseal this fitting airtight when reconnecting the filter. Be aware

that the condensate is full of tar and smells like smoke. Capture the condensate with a basin under the drain bung.

1. Close the valve to the engine and open the valve to the flare
2. Turn on the gas blower to a low setting to pull CO gas away from the work area
3. Remove the cyclone ash can for easier access to the gas inlet
4. Slide a small basin or pan under the gas inlet to catch the condensate
5. Open the sanitary clamp to drain condensate into the collection pan
6. Empty the pan as needed and place it back under the gas inlet
7. Disconnect the filter lid assembly from the valves to enable the filter to tilt
8. Tilt the filter to drain out any additional condensate
9. Push filter back into position, and reconnect all disconnected fittings, being careful to establish airtight seals

8.3.2.2 Change Gas Filter Media

The packed bed filter is a 25 gal (94 liters) canister filled with sifted biomass as its filter media. The filter separates out any particulates, tar that survived tar cracking, or condensate that failed to be captured through the cyclone; as the producer gas ascends through the filter, it cools further and condenses residual tars onto the sifted biomass. When the filter media needs a change, it will be black and sticky, and will smell like smoke.



Example: this is what dirty foam filters look like. The grate will need to be wire-brushed to clear the perforations.



Example: the fine-grade sifted biomass at the top of the filter under the foam discs looks like this when it is due for changing.

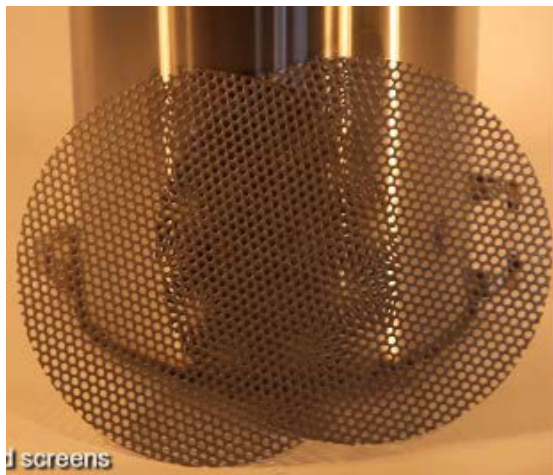


Example: This sample of filter media is from a filter that is over-due for changing. The biomass is stuck together from excess tar, and has begun to choke the flow of gases to the engine.



Example: This sample of filter media is just due for changing. It is dark from having captured tar on its surface, and is somewhat sticky, but is not badly stuck together.

The filter comes with two perforated disc screens; one to hold the filter media off the bottom of the filter canister, and one to hold down the two oiled foam discs that come with the filter, which rest on top of the filter media to trap dust particles. The top perforated disc holds the foam discs down against the suction of the engine. Without this disc, the vacuum from the engine will pull the foam into the gas outlet, causing a serious bottleneck for the gas to travel through that will ultimately choke the engine.



disc screens

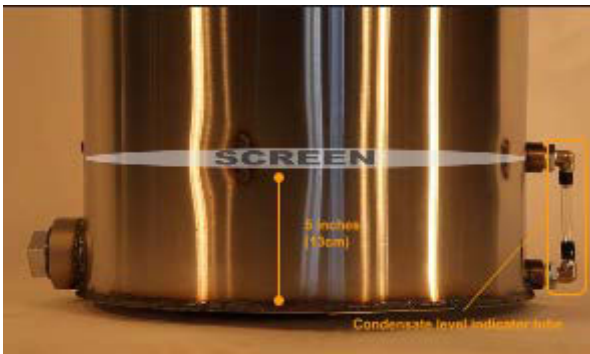


pre-oiled

Perforated discs and foam filters that come with the gas filter.

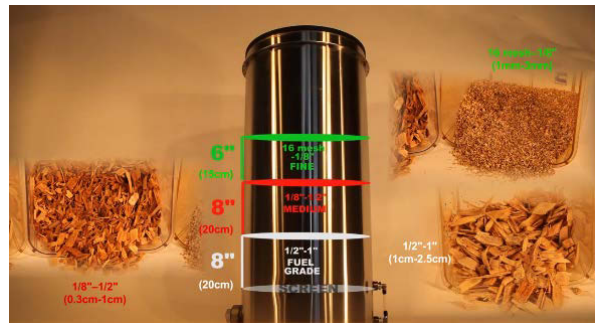
The step-by-step instructions have a corresponding video at our channel on YouTube.

8.3.2.3 Changing the filter media



1) Set one of the screens on the tabs that are about 5 inches (13 cm) above the bottom. This space below the bottom grate is reserved for collecting condensate in the filter. Check the condensate level through the indicator tube. Drain condensate through the gas inlet at the bottom of the filter.

Important: When changing the filter media, use a wire brush to clear blocked holes in the lower screen. Blocked holes will choke the flow of gas.



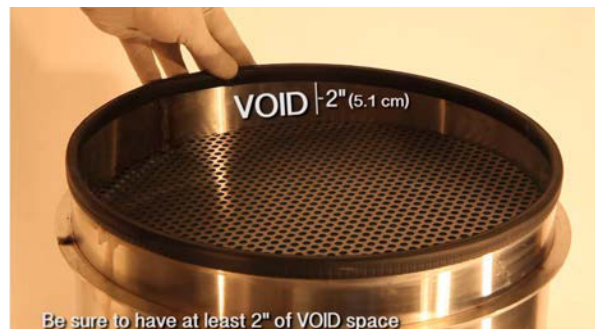
2) Add the layers of sifted biomass as shown in the image above:

8 inches of fuel grade biomass at the bottom;
8 inches of medium sifted biomass in the middle;
6 inches of fine sifted biomass on top.

Use the screens provided.



3) Insert the black (coarse, 45 dpi) foam disc, then the green (fine, 65 dpi) foam disc, and then gently insert the perforated steel screen on top. Be careful to not damage the gasket around the upper lip of the filter drum when inserting and removing the screen.



4) Be sure not to overfill the filter. There should be a 2 inch (5cm) space at the top of the filter.

The filter is only designed for filtering gas produced from cellulosic biomass. The filter is not sufficient for filtering the gas products of coal, peat, plastics, or municipal solid waste (MSW); none of these feedstocks are suitable for use in the Power Pallet.




8.3.2.4 Cleaning Foam Filters

The foam filters that reside at the top of the gas filter will gradually accumulate tar condensates, and should be cleaned each time you replace the filter media. To clean the foam filters, you will need a basin, and plenty of alcohol. Clean the foam filters according to the following procedure:

1. Put alcohol and foam disc in basin. Cover with lid and let alcohol dissolve the tars for a few minutes.
2. Wash the foam disc by squeezing and working the alcohol through the foam.

3. Rinse the foam disc by placing the disc in a basin of hot clean water and working the remaining tar out.
4. Shake and squeeze out the excess water from the foam, and leave it to dry.

8.3.3 Cowling and Cyclone Air Cleaning

	<p>Warning USE ONLY IN WELL VENTILATED AREA</p>
	<p>Requirement EYE PROTECTION REQUIRED</p>
	<p>Warning: Dust Hazard. Respirator Required</p>

When the gasifier has cooled down to room temperature, open the ash door and remove the ½ inch bungs at the top of the gasifier near the air inlet can be taken off. This will allow access to the air lines. Empty out all feedstock and charcoal inside the gasifier. Use compressed air from the bottom and the top through the bungs to blast out any soot between the reactor and gas cowling. Remove the bottom of the cyclone and use compressed air to also purge the cyclone.

8.3.8 Rotary Filter Maintenance (PP25 only)

Unbolt the rotary filter to open and expose the internal housing. Use alcohol (e.g. isopropyl alcohol) to clean the inside of the filter blades to free up any soot or accumulation.

8.3.4 Sensor Calibration

4. Power on the Power Pallet with the **sensor disconnected**. All three digits on the lambda meter will light up and the lit LED bar will sweep once through all LEDs on the display. Then the status light will turn red and the numeric display will read “E2”. This indicates that no sensor is detected.
5. Leave unit powered off for 30 seconds.
6. Turn on the Power Pallet.
7. The lit LED should again sweep through all the LEDs in the display, but instead of an error the display will read “HTR” (which stands for ‘heater’). This indicates that the sensor is being heated up to operating temperature. After 30-60 seconds, the display will switch to “CAL”, indicating that the sensor is being calibrated. A few seconds later, the meter will begin displaying air/fuel ratio.
8. Re-attach the oxygen sensor cable.

With the calibration process above completed, the meter is now ready for use.

Important: If you power up the meter without a sensor connected, **your calibration will be reset** (see step #4 above).

8.3.4.2 Pressure Sensor Calibration

Pressure sensors should be re-calibrated if the zero-point drifts or when the PCU is first used.

Calibrate the pressure sensors through the following process:

1. Remove the pressure tubing from the barbs on the PCU’s pressure sensors.
2. Turn on the Power Pallet.
3. Scroll through the menus (by pressing “Next”) until you reach the screen that says “Calibrate Pressure Sensors to Zero?”
4. Choose “Yes.”
5. Push the pressure tubing onto the barbs on the PCU’s pressure sensors.
 - a. Make sure that the each tube is connected to the correct/corresponding sensor.
 - b. Make sure that the pressure tube is attached to the top/front barb on each sensor and that the back/lower barb is exposed to the atmosphere.
 - c. Make sure that the tubing is pushed all the way down so that it contacts the square body of the sensor.

8.3.5 Engine Component Cleaning and Oil Change

Take off the governor and clean the backside of the governor as well as anything seen in the inlet to the engine. Replace any paper gaskets between the governor and the engine as needed.

Change the engine oil and the oil filter. Refer to the *PSI 3.0L Industrial Engine Service Manual* for further instructions.


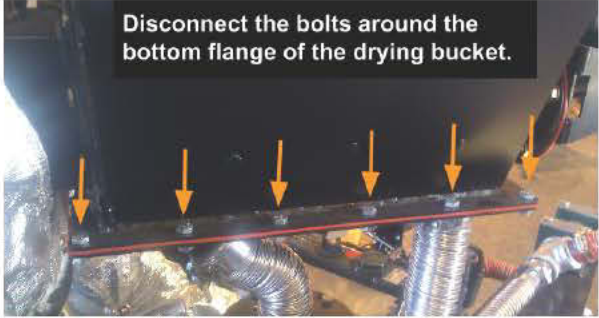
8.3.6 Filter System Maintenance (PP25 only)

Replace the static filter element with a new one. Please contact support@allpowerlabs.com for ordering information.

8.3.7 Manual Drying Bucket and Cyclone Cleaning

8.3.7.1 Drying Bucket

The drying bucket and the hoses connected to it will occasionally need to be cleaned of soot and dust. Although the cyclone onboard the Power Pallet separates out the suspended dust from the producer gas before the gas is routed to the drying bucket to recover waste heat, the cyclone cannot remove the finest soot particles that are suspended in the producer gas. This soot eventually accumulates in the drying bucket and the hose between the drying bucket and the gas filter. We recommend cleaning the drying bucket of soot once every 500 hours of operation.

<p style="text-align: center;">Warning: Dust and CO Hazard</p> 	
<p>Warning: This procedure releases a lot of fine carbon dust. Wear a respirator and eye protection and work in a well ventilated area. Carbon monoxide may also be released.</p>	<p>1. Unbolt the bottom plate of the drying bucket, and set the bolts aside. Gently set the bottom plate aside without kinking any of the tubes. You may want to lay down a tarp under the drying bucket and over the engine for ease of cleaning.</p>



Explanation: the hollow walls of the drying bucket can be accessed from underneath. The photo above shows the opening into which the producer gases flow. Soot and dust can accumulate in here and block the flow of producer gas.



Example: the photo above shows a badly fouled drying bucket. If your drying bucket is this badly fouled when you examine it after normal usage, adjust your maintenance schedule for more frequent drying bucket maintenance.



Example: the images above show some of the soot and tar from the drying bucket that came down when detaching the bottom plate. In this example, the drying bucket had not been cleaned in too long.

2. Use a long stick or a screwdriver, and dislodge any large chunks of accumulated soot and dust from the hollow walls of the drying bucket. If you have access to compressed air, use compressed air to blow any remaining soot out of the drying bucket.

Use a large pipe cleaning brush to clean out the hose. Use hot water and solvent as needed.

3. Remove the tarp, and use a vacuum cleaner to clean any soot and dust that was not caught by the tarp.

8.3.7.2 Cleaning the Cyclone

Take off the cyclone catch can and remove the cyclone from the gas cowling. Use a stick or scraping device to remove any soot accumulation in the inside of the cowling and the cyclone.

8.3.7.3 Cleaning the Gas Lines

Remove the corrugated gas lines connected to the gas filter at either end (these 3 gas lines connect from the gas filter to the blowers, engine, and drying bucket. Straighten the gas lines and use a stick or wire brush to knock off any accumulation inside.

8.3.8 Flare Maintenance

The gas blowers will gradually become fouled with tar because they draw the gas through the gasifier during startup, when these gases are rich in tar. Adjust the maintenance interval down if you do frequent start-ups, since the startup period is when these blowers accumulate the most fouling. Detach the blowers from the Power Pallet to clean the insides of the blower housings with alcohol.



The following procedure is shown on one blower; repeat for both blowers.

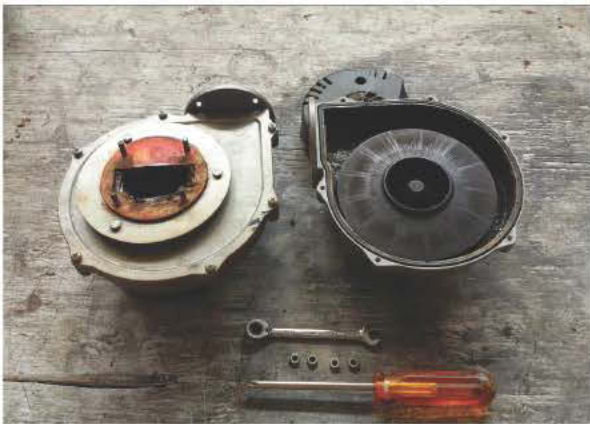


1. Remove the back cover and set the long screws and their corresponding nuts and washers aside. Pull the assembly with the electronics board and the stator off and set aside. This will prevent any liquid damage to these parts as you clean off the main blower housing. Blow off any dust that may be fouling the electronics, the rotor, or the stator. The rotor and the impeller do not come off.



2. Unscrew the cover of the blower. Set the screws and split lock washers aside.

Note that the impeller itself is not where the fouling accumulates; the warm tar spins off during operation. The blower housing is where the fouling may accumulate to the point of impacting performance.



3. Detach the blowers from each other using a 5/16 inch wrench. Clean any fouling from the gasket using a brush and alcohol, or other cleaning solvents as necessary.



4. Soak the housing cover and the main housing until the tars soften, then scrub the tar off with a stiff brush. Keep the main housing rotor side up, with the rotor out of the alcohol. Cover the soaking basin to prevent evaporation and to minimize the absorption of water vapor by the alcohol. The alcohol may be saved, filtered, and reused for softening tars for future cleanings.

Rinse and wipe the parts dry when clean, then re-assemble the blowers and re-attach them to the flare, being careful to correctly wire them to the automation wire terminals.

Reader's Notes

(page intentionally left blank)

Reader's Notes

(page intentionally left blank)

Questions?

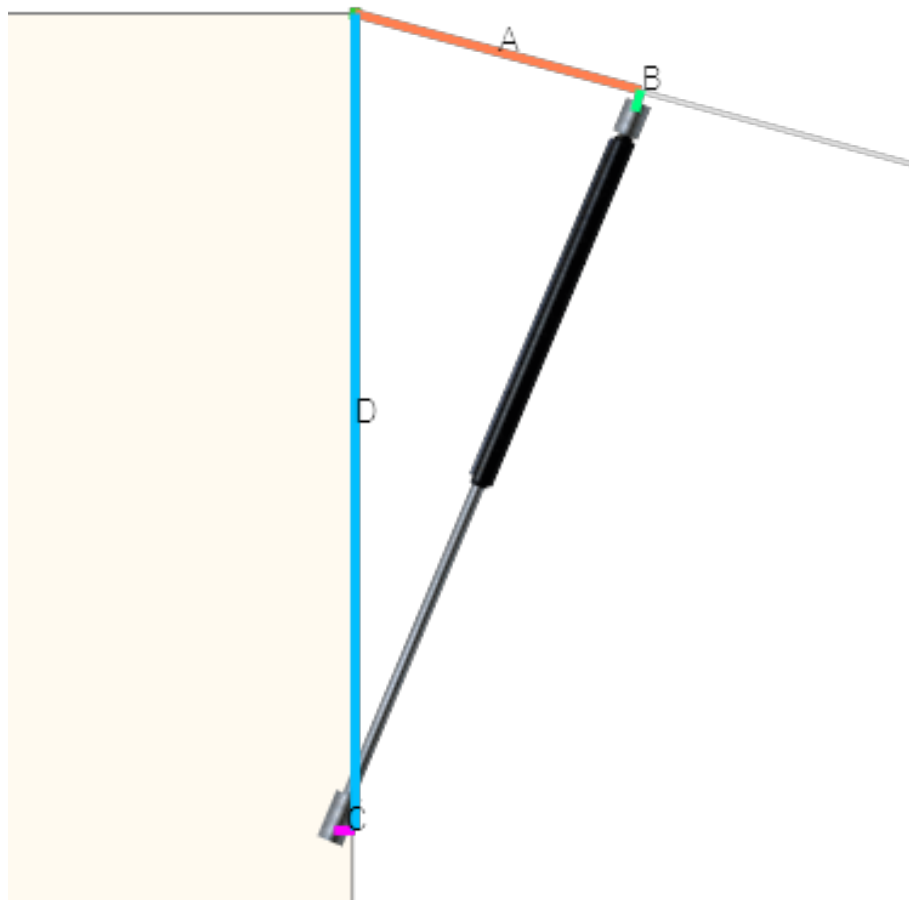
Visit us at:

www.allpowerlabs.com/support

or by email:

support@allpowerlabs.com

<https://www.tiendaresortesdegas.es/herramienta-de-calculo/>



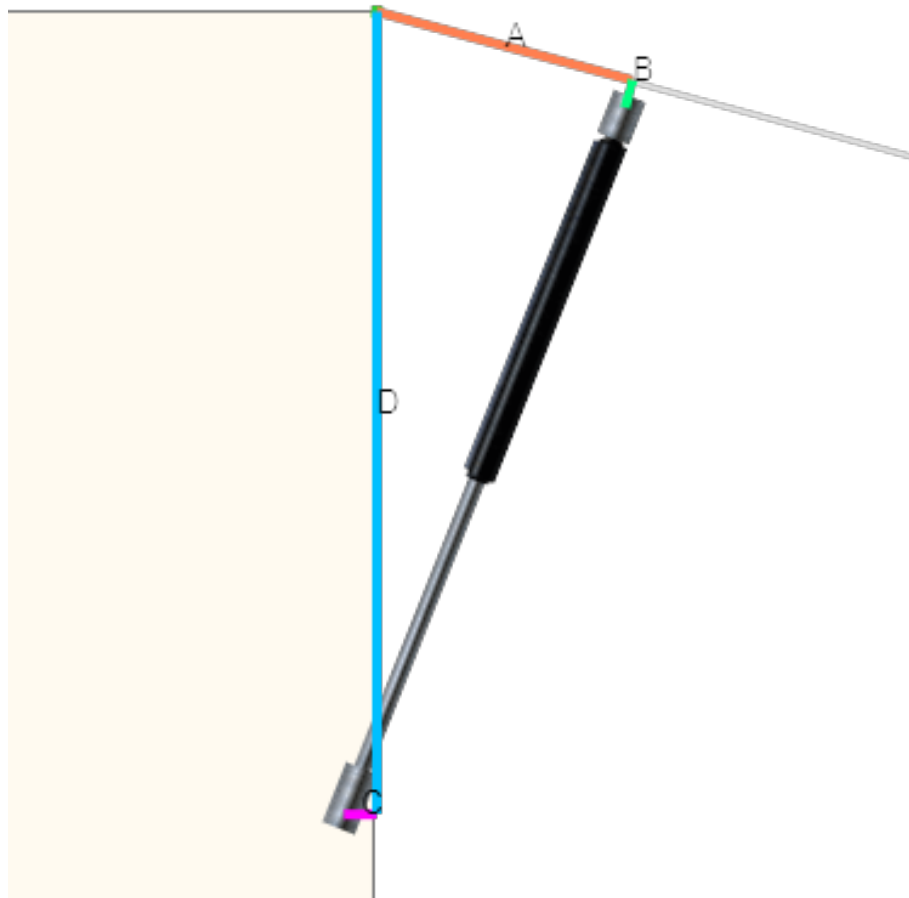
A = 309 mm; B = 23 mm; C = 22 mm; D = 854 mm

Instrucciones de montaje

Por favor, no intente comprimir los resortes de gas con la manos antes de su montaje. Los resortes de gas podrían resultar dañados y con frecuencia la fuerza ejercida es demasiado fuerte.

- 1) Monte primeramente el soporte en la parte fija según las cotas C y D medidas desde la bisagra.
- 2) Fije el resorte de gas en este soporte. Monte el resorte de gas de manera que durante el uso habitual el eje del pistón quede orientado hacia abajo lo más frecuentemente posible.
- 3) Fije el soporte al otro lado del resorte de gas.
- 4) Coloque la tapa en la posición abierta. Desplace el soporte a lo largo de la tapa de modo que se alcancen las cotas A y B medidas desde la bisagra.
- 5) Revise si se ha alcanzado el ángulo de apertura deseado.
- 6) Si es así, fije también el soporte en la tapa según la cota A y B medida a partir de la bisagra.
- 7) Cierre ahora la tapa con cuidado. La primera vez que se utilizan los resortes de gas pueden estar todavía algo duros. ¡Si todo está correcto, la tapa debería comportarse de forma similar a lo mostrado en la simulación! Sin embargo, si la tapa no se comporta conforme a lo esperado, revise las cotas A, B, C y D, y en caso de diferencia controle los pasos 1-7.

<https://www.tiendaresortesdegas.es/herramienta-de-calculo/>



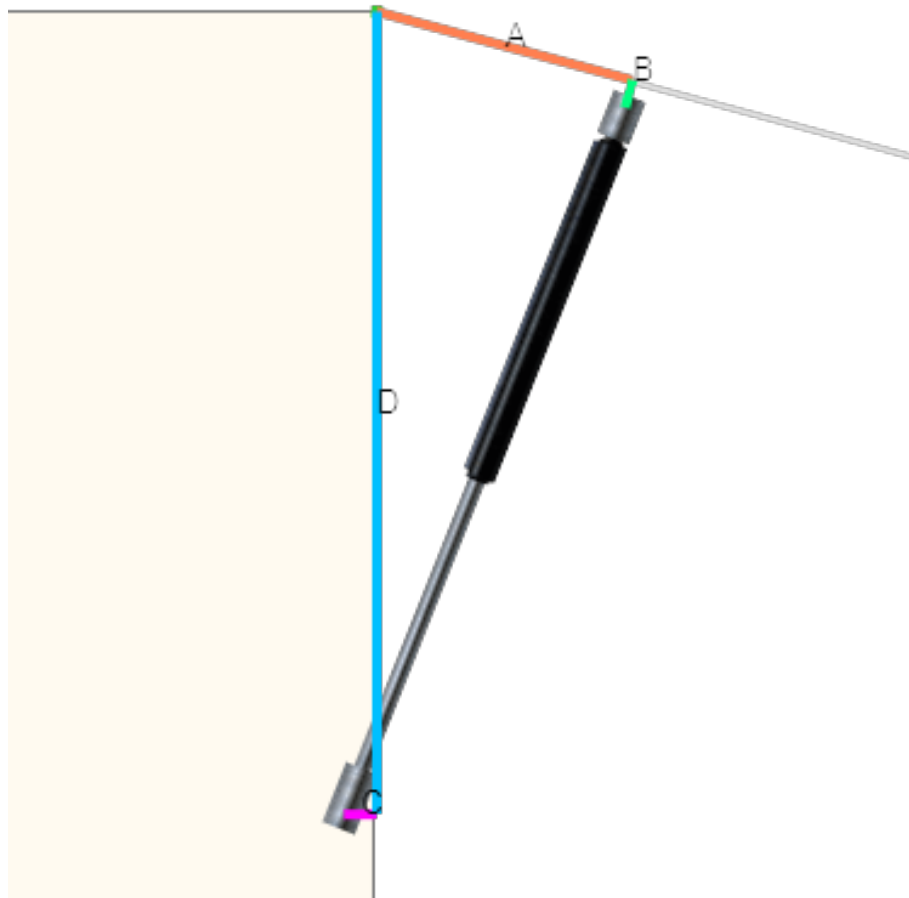
A = 214 mm; B = 23 mm; C = 27 mm; D = 649 mm

Instrucciones de montaje

Por favor, no intente comprimir los resortes de gas con la manos antes de su montaje. Los resortes de gas podrían resultar dañados y con frecuencia la fuerza ejercida es demasiado fuerte.

- 1) Monte primeramente el soporte en la parte fija según las cotas C y D medidas desde la bisagra.
- 2) Fije el resorte de gas en este soporte. Monte el resorte de gas de manera que durante el uso habitual el eje del pistón quede orientado hacia abajo lo más frecuentemente posible.
- 3) Fije el soporte al otro lado del resorte de gas.
- 4) Coloque la tapa en la posición abierta. Desplace el soporte a lo largo de la tapa de modo que se alcancen las cotas A y B medidas desde la bisagra.
- 5) Revise si se ha alcanzado el ángulo de apertura deseado.
- 6) Si es así, fije también el soporte en la tapa según la cota A y B medida a partir de la bisagra.
- 7) Cierre ahora la tapa con cuidado. La primera vez que se utilizan los resortes de gas pueden estar todavía algo duros. ¡Si todo está correcto, la tapa debería comportarse de forma similar a lo mostrado en la simulación! Sin embargo, si la tapa no se comporta conforme a lo esperado, revise las cotas A, B, C y D, y en caso de diferencia controle los pasos 1-7.

<https://www.tiendaresortesdegas.es/herramienta-de-calculo/>



A = 214 mm; B = 23 mm; C = 27 mm; D = 649 mm

Instrucciones de montaje

Por favor, no intente comprimir los resortes de gas con la manos antes de su montaje. Los resortes de gas podrían resultar dañados y con frecuencia la fuerza ejercida es demasiado fuerte.

- 1) Monte primeramente el soporte en la parte fija según las cotas C y D medidas desde la bisagra.
- 2) Fije el resorte de gas en este soporte. Monte el resorte de gas de manera que durante el uso habitual el eje del pistón quede orientado hacia abajo lo más frecuentemente posible.
- 3) Fije el soporte al otro lado del resorte de gas.
- 4) Coloque la tapa en la posición abierta. Desplace el soporte a lo largo de la tapa de modo que se alcancen las cotas A y B medidas desde la bisagra.
- 5) Revise si se ha alcanzado el ángulo de apertura deseado.
- 6) Si es así, fije también el soporte en la tapa según la cota A y B medida a partir de la bisagra.
- 7) Cierre ahora la tapa con cuidado. La primera vez que se utilizan los resortes de gas pueden estar todavía algo duros. ¡Si todo está correcto, la tapa debería comportarse de forma similar a lo mostrado en la simulación! Sin embargo, si la tapa no se comporta conforme a lo esperado, revise las cotas A, B, C y D, y en caso de diferencia controle los pasos 1-7.