

UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS
CAMPUS IRAPUATO-SALAMANCA

*“Diseño, ejecución y supervisión de instalaciones
mecánicas en planta experimental geotérmica”*

MEMORIA DE EXPERIENCIA
PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO

PRESENTA:
RAMÓN HERNÁNDEZ LÓPEZ

ASESOR:
DR. DAVID AARÓN RODRÍGUEZ ALEJANDRO

SALAMANCA, GTO.

FEBRERO 2021

Salamanca, Gto., a 7 de Noviembre de 2020

A quien corresponda

Reciba un cordial saludo, por medio de la presente hago constar la relación laboral y la participación del **C. Ramón Hernández López** en el proyecto de Instalaciones Mecánicas para Planta Experimental de Aprovechamiento de Energía Geotérmica en Ixtlán de los Hervores Michoacán, el cual ha tenido una duración de 3 años (2017-2019), ya que desde el diseño conceptual definido por el cliente, hasta la participación de nuestro equipo de trabajo quienes ha desarrollado los proyectos ejecutivos, selección de equipos comerciales, instalación de equipos electromecánicos y líneas de conexión entre los mismos, el C. Ramón Hernández López ha supervisado y ejecutado las actividades definidas en el programa de trabajo.

Sin más por el momento reiteramos nuestro compromiso, seriedad y puntualidad en nuestro servicio. Quedamos de Usted (I-ENERGY), como sus amigos y seguros servidores.

A su atención



Dr. Ing. Abraham Olivares Arriaga
aolivares@ienergy.com.mx
Tel. 4641107105



Asunto: Notificación de Dictamen de Modalidad de Titulación.

C. RAMON HERNANDEZ LOPEZ
ESTUDIANTE DE LA LICENCIATURA EN INGENIERÍA MECÁNICA

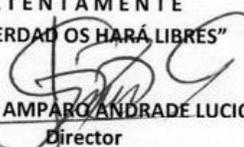
PRESENTE

Una vez concluido el análisis y discusión sobre la propuesta del proyecto titulado: **"DISEÑO, EJECUCION Y SUPERVISION DE INSTALACIONES MECANICAS EN PLANTA EXPERIMENTAL GEOTERMICA"**, bajo la revisión del Asesor(es): DR. DAVID AARON RODRIGUEZ ALEJANDRO y DR. ABRAHAM OLIVARES ARRIAGA, el Comité de Obtención de Grado de Licenciatura del H. Consejo Divisional, acordó la siguiente resolución:

Con fundamento en las fracciones primera a cuarta del Artículo 67, el Artículo 68 del Estatuto Académico 2008 y el artículo Noveno Transitorio del Reglamento Académico 2019, el comité acordó **POR UNANIMIDAD DE VOTOS AUTORIZAR SU MODALIDAD DE TITULACIÓN POR TRABAJO DE EXPERIENCIA PROFESIONAL** designando el siguiente jurado:

Presidente: DR. ALEJANDRO ZAleta AGUILAR
Secretario: DR. DAVID AARON RODRIGUEZ ALEJANDRO
Vocal: DR. ISRAEL MARTÍNEZ RAMÍREZ

Se extiende la presente notificación de la resolución el día 24 de Noviembre del 2020.

ATENTAMENTE
"LA VERDAD OS HARÁ LIBRES"

DR. JOSÉ AMPARO ANDRADE LUCIO
Director
División de Ingenierías del CIS
Universidad de Guanajuato

C.c.p. Archivo



AGRADECIMIENTOS

Le agradezco a Dios, la vida y el universo. Por darme ese amor que me ha acompañado y guiado a lo largo de toda mi vida, por ser esa fortaleza que en los momentos más difíciles, he necesitado de su sabiduría. Por enseñarme el aprendizaje de lo bueno y lo malo, del dolor y la felicidad.

Le doy gracias a mis padres Jaime y Ma. Elena, por brindarme su apoyo día a día para llegar a este momento de culminar esta etapa de mi vida. Les agradezco los valores y educación que me fueron inculcados, por ayudarme a ser perseverante en todos y cada uno de los proyectos y trabajos que he desarrollado.

A mi hermano Jaime que ya no se encuentra entre nosotros, quién fue un maestro por excelencia, por su enseñanza de superación, amplitud y capacidad de enfrentar situaciones difíciles. Por su apoyo incondicional durante toda mi formación.

A mis hermanos, Enrique y Daniela por formar parte de mi vida y de la unidad familiar que nos ha mantenido juntos. Por mostrarme que el desarrollo personal y familiar puede ser dentro y fuera de nuestro lugar de origen. Por tener ese amor de risas y alegrías que desde pequeños nos acompañaron.

A mi esposa Maricruz, mis hijos Agustín y Karol Esthefania, que han sido el motor infinito que me ha impulsado a tener la fuerza de seguir adelante. De saber y entender que cada vez que me he caído tengo que levantarme con más energía y valor para seguir adelante.

A todos mis familiares que han estado a la distancia pero siempre unidos, les agradezco por siempre mantener el amor y el apoyo en las situaciones que como familia hemos pasado.

A todas las personas que han sido parte de mi vida, en mi desarrollo personal y profesional. He aprendido de su amor y valores que han sido pieza fundamental para los logros que he obtenido los cuales comparto infinitamente, siempre agradeceré por tener ese tiempo y dedicación conmigo.

A mi compadre y gran amigo Juan Diego Escoto Cortes, quién ha compartido sus conocimientos, tiempo y dedicación para desarrollar la mayor parte de mi experiencia profesional, quién ha depositado su confianza en mi persona para llevar a cabo todos y cada uno de los proyectos así compartidos.

Agradezco a mis profesores catedráticos y laborales, el Dr. David Aarón Rodríguez Alejandro y el Dr. Abraham Olivares Arriaga, por haberme brindado la oportunidad de haber desarrollado mi tesis profesional dentro de sus proyectos de innovación, por el apoyo y facilidades que me fueron otorgadas dentro de la empresa.

ÍNDICE

Introducción.....	7
Objetivo	8
Justificación.....	9
Experiencia Profesional	10
Antecedentes del Proyecto	11
Desarrollo del Proyecto.....	13
Memoria Descriptiva y de Cálculo.....	15
Delimitación del Terreno.....	18
Trincheras.....	22
Estructura Metálica.....	23
Montaje de Columnas.....	24
Dimensión de Columnas	24
Ubicación de los Montenes para Láminas	26
Lámina Galvanizada Acanalada.....	27
Cimentación de los Equipos.....	28
Máquina de Absorción Chiller Thermax 5g 1c.....	28
Enogia 40lt ORC.....	32
Generador de Agua Caliente Clayton.....	34
Intercambiador de Placas Alfa Laval.....	35
Intercambiador de Placas Sondex	37
Cámara de Refrigeración y Máquina de Hielo	38
Deshidratador.....	39
Cámara de Mezclado.....	40
Tanque Gas	40
Memoria Técnico Descriptiva de Instalación Mecánica.....	41
Sistema de Agua Caliente.....	42
Equipos de Producción de Agua Caliente.....	43
Caldera.....	44
Tanque de Almacenamiento de Gas L.p.	45

Diámetros.....	47
Velocidades para el Sistema de Agua Caliente	48
Cálculo de Gasto.....	48
Pérdidas por Fricción.....	49
Diámetro Real de la Tubería	51
Equipo de Bombeo Seleccionado.....	52
Sistema de Agua de Refrigeración	54
Torre de Enfriamiento Reymsa	54
Pérdidas de Carga por Fricción.....	55
Selección de Bombas	55
Bomba para Alimentar la Máquina de Absorción	55
Potencia Requerida para la Operación de la Bomba	56
Bomba para Alimentar al ORC.....	56
Potencia Requerida para la Operación de la Bomba	56
Equipo de Absorción Libr-H2o	57
Sistema de Agua Fría.....	62
Velocidades de Flujo.....	63
Pérdidas de Carga por Fricción.....	63
Selección de Bomba.....	63
Potencia Requerida para la Operación de la Bomba	64
Cámara de Refrigeración.....	64
Resultados.....	66
Instalación de Tanque Deareador	85
Calibración de Circuito de Alimentación de Gas L.P.....	86
Realización de Conexiones Hidráulicas para Unidad de Potencia ENOGIA-ENO40 LT basada en Ciclo Rankine Orgánico, Máquina de Absorción y Torre de Enfriamiento.....	92
Circuito de Agua de Enfriamiento	96
Circuito de Agua Helada.....	99
Conclusiones.....	101
Referencias Bibliográficas.....	103

Introducción

Este proyecto tiene la finalidad de describir el motivo por el cual se eligió la modalidad de titulación por memoria de experiencia profesional llevada a cabo en la empresa I-Energy Natural Technology (Consortio Contru-Coss S.A. de C.V.)

En el cual se presentará una descripción detallada de cada una de las 3 etapas de las cuales consta el proyecto de diseñar y ejecutar la instalación mecánica de una planta de energía geotérmica que incluya un sistema de generación de potencia, de vapor, máquina de absorción para producir agua helada y un ciclo orgánico Rankine.

El proyecto se desarrolla en 3 etapas, constando equitativamente de 4 meses cada una de ellas, en las cuales se incluye la instalación de equipos como un chiller de absorción, torres de enfriamiento e intercambiadores de calor de placas. Los cuales son previamente seleccionados, dentro de este trabajo se calculan las áreas de cimentación y las potencias de las bombas que suministran el agua helada, de enfriamiento y del circuito caliente, y en el caso que no existan el desarrollo de los mismos (planos de fabricación y manufactura). Elaboración del proyecto ejecutivo con memorias de cálculo, planos y hojas de especificaciones de cada equipo, instalación y supervisión de las ingenierías estructural, mecánica, eléctrica y de control, puesta a punto de la planta, desde el arranque hasta la operación con uso de by-pass.

Objetivo

Diseñar y ejecutar la instalación mecánica de una planta de energía geotérmica que incluya un sistema de generación de potencia, de vapor, máquina de absorción para producir agua helada y un ciclo orgánico Rankine. Elaborar el proyecto ejecutivo con memorias de cálculo, planos y hojas de especificaciones de cada equipo, instalar y supervisar la Ingeniería estructural, mecánica, eléctrica y de control, puesta a punto de la planta, desde el arranque hasta la operación con uso de bypass.

Justificación

La empresa I-Energy Natural Technology (Consortio Contru-Coss S.A. de C.V.) creada en el año 2012 ha mantenido desde el año 2014 inversiones constantes en investigación de uso de energías renovables a micro escala, ya sea para uso doméstico o aplicaciones industriales, teniendo como productos desarrollados un sistema de aire acondicionado accionado por energía geotérmica y solar (Geo-Aire) y un sistema de iluminación solar para edificios multiniveles (Ilu-Green), de igual manera el desarrollo tecnológico más reciente ha sido una manejadora de aire denominada (Geo-Energy), la cual es un accesorio para la implementación en sistemas de aire acondicionado.

Los sistemas de potencia actuales tienen una eficiencia térmica de generación dependiente de los equipos que la integran, y ha sido demostrado que el aprovechamiento en cascada de calor residual, así como la inclusión de energías alternativas aumentan la productividad de las plantas térmicas. El elemento medular de los sistemas de generación son las turbinas, ya sean de vapor, gas o binarias, es por ello que en este caso se propone utilizar un sistema ORC (Organic Cycle Rankine) para generar electricidad, de ahí se deberá investigar qué elementos podrán ser añadidos para tener múltiples productos que son altamente demandados en la industria, tales como: frío a través del algún refrigerante o agua helada, vapor, gas y/o calor.

Experiencia Profesional

Al contar con un avance académico del 85% de la carrera en el año 2010, se comenzó a ejercer en proyectos con la empresa CONMEN S.A de C.V como residente de calidad en fabricación e instalación de líneas de proceso y la instalación de una caldera con su cabezal y derivaciones de vapor, en la planta Químicos y Derivados de Salamanca, QUIDESA S.A de C.V.

Posteriormente, se desarrolló una línea de tubería de 8 pulgadas de diámetro de casi 1000 metros de longitud en una comunidad de Huasca de Ocampo, en el estado de Hidalgo, para la empresa CALTEG de México S.A de C.V, para llevar el agua desde una presa hasta los terrenos de sembradío temporal, en ese mismo proyecto se hizo la instalación de la tubería de succión y el montaje del motor-reductor.

En la empresa DALE Química S.A de C.V de San Juan del Río, se hizo la fabricación e instalación de dos reactores en acero inoxidable para 5,000 galones para producir resina virgen de uso textil. Se fabricaron e instalaron todas las líneas de adición así como el condensador y líneas de vapor y enfriamiento.

En conjunto con la empresa CEPAM S.A de C.V se realizaron servicios para la empresa Gas Natural México Fenosa-Engie, en la línea de distribución de los Ramones para la planta Mariscal Procter & Gamble, se realizó el Hot tapping (Interconexión en vivo) la derivación y recubrimiento de la línea hasta la instalación del patín de medición.

En la Planta CFE Cogeneración en Salamanca, Guanajuato, se trabajó para la empresa Iberdrola de México para las garantías de la puesta en marcha. Se realizaron servicios de mantenimiento en las bombas del recuperador de condensados incluyendo el montaje y la alineación de las mismas, así como en la bomba de alimentación a caldera, por mencionar algunos.

Es por ello, que en conjunto con la empresa I-Energy Natural Technology (Consortio Contru-Coss S.A. de C.V.) se ha propuesto un proyecto integral en el cual se involucre el diseño e implementación de los desarrollos tecnológicos hechos hasta el momento por cada ente, el cual dará como resultado la integración para llevar a cabo la instalación y a proceso final un sistema de generación eléctrica con aprovechamiento en cascada.

1. Antecedentes del Proyecto

El proyecto se desarrolla para la empresa I-Energy Natural Technology (Consortio Contru-Coss S.A. de C.V.) ubicada en la Ciudad de Ixtlán de los hervores, una localidad situada al noroeste del estado de Michoacán, cerca de los límites con Jalisco, a 1,525 msnm, sus coordenadas geográficas son longitud :102° 23' 06" W, Latitud: 20° 10' 05" N.

La planta de Poligeneración I-Energy Natural Technology (Consortio Contru-Coss S.A. de C.V.) se integra a partir de tres tecnologías principales y las cuales se mencionan a continuación.

En el primer nivel térmico se incluye una máquina ORC para producir 40 kWe.

En el segundo nivel térmico se contempla la generación de frío mediante una máquina THERMAX de 50 TR.

Finalmente, en el tercer nivel térmico de la cascada se contempla la deshidratación de alimentos con un deshidratador tipo cabina. Los equipos principales del sistema de poligeneración están compuestos a su vez por otros componentes internos.

Se menciona un breve ejemplo; el ORC está conformado por una turbina, un evaporador, un condensador y una bomba. El ciclo de absorción está compuesto por un generador, un condensador, un evaporador, un absorbedor, una bomba y dos válvulas de expansión. La planta de poligeneración se contempla para operar con un fluido geotérmico (agua caliente) a una temperatura de 130 °C a una presión de 800 kPa y con un flujo de agua caliente de 8.42 kg/s. Este fluido cederá parte de su energía a otro fluido (no geotérmico) a través de un intercambiador de calor. En caso de no encontrar las condiciones de temperatura esperadas en sitio, será necesario incluir una caldera auxiliar para operar el esquema en el concepto de cascada térmica. Se espera que el fluido ingrese al primer nivel térmico de la cascada y active la máquina ORC ENOGIA ENO-40LT a una temperatura de 120 °C que es la máxima temperatura de activación del ORC especificada por el fabricante. A su paso por el ENO-40LT la energía térmica del fluido caliente es aprovechada y se convierte a electricidad, hasta un máximo posible de 40 kW nominales dependiendo de las condiciones de operación en sitio. Existe una caída de temperatura de 10 °C, ya que se utilizará un circuito de agua caliente independiente para evitar problemas de incrustación en los equipos.

Posteriormente, a la salida del ORC el fluido caliente reduce en 25 °C su temperatura, para alimentar a la máquina THERMAX que será activada a 95 °C como lo indica el fabricante. A su paso por la máquina THERMAX el fluido caliente reduce 10 °C los cuales son necesarios para producir 50 TR a un flujo de 6.08 kg/s, una temperatura de 95 °C y una presión de 800 kPa. Una vez que el fluido caliente ha sido aprovechado en estos dos niveles térmicos de generación de electricidad y frío, pasará a un tercer nivel térmico a una temperatura de 85 °C. El fluido entrará al deshidratador a una temperatura de 85 °C y un flujo de 0.71 kg/s para deshidratar una cierta cantidad de alimento por día. Finalmente, se espera que el fluido geotérmico abandone el sistema de poligeneración a 75 °C y sea reinyectado.

Desarrollo del Proyecto

El desarrollo del proyecto se encuentra dividido en 6 etapas tal como se especifica en las tablas siguientes. Durante cada una de ellas, existen objetivos específicos a cumplir, de acuerdo al tipo de etapa, es decir, las primeras dos consisten en la revisión del área experimental y diseño estructural, así como layouts para elaborar una matriz comparativa de las tecnologías disponibles, sus ventajas, capacidades, costos y aplicaciones; de tal forma que ayude a seleccionar los equipos convencionales para la planta de poligeneración. En conjunto con la disponibilidad comercial, se proponen diversas configuraciones para la ubicación de equipos de transformación de energía, los cuales integrarán el sistema global, se diseñarán parámetros con las características operativas, posteriormente se procederá a la elaboración de un análisis de sensibilidad con la finalidad de evaluar el mejor rendimiento térmico posible. Se evaluarán los costos de cada equipo y su existencia comercial, ya que en el caso de que alguno no estuviera disponible, se tiene la capacidad y disponibilidad para desarrollarlo dentro de la misma empresa.

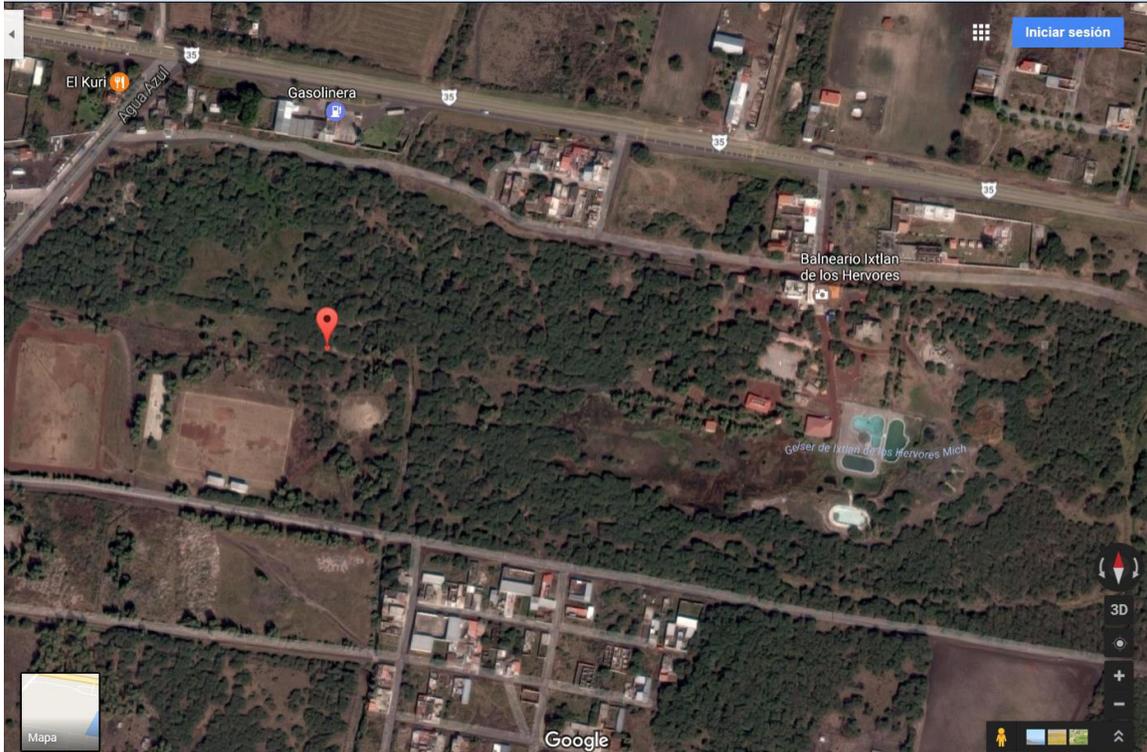
Después de seleccionada la configuración óptima de la planta de poligeneración, se deberá hacer un proyecto ejecutivo donde se incluya la ingeniería de detalle de la instalación de los equipos, su montaje y accesorios en la parte mecánica, deberá de presentarse los diagramas de tubería e instrumentación para conocer las conexiones eléctricas y sobre todo la parte de la instrumentación. En esta etapa se consideran como entregables, memorias de cálculo, hojas de especificaciones, memorias descriptivas, planos y catálogos de conceptos.

Existen tres etapas críticas, las cuales son las instalaciones de las ingenierías estructural, mecánica-hidráulica, instalación de equipos, conexión del cableado eléctrico e instrumentación, así como la programación del sistema de control y su monitoreo de propiedades como temperatura, flujo y presión. Durante este tiempo, debe de salir a flote la capacidad del Doctor incorporado para tomar decisiones en cualquier momento de la ejecución, con la finalidad de lograr el objetivo de funcionalidad y factibilidad del proyecto.

Después de la instalación total de la planta, se asegurará el correcto funcionamiento de la misma, se iniciarán operaciones y se validarán los resultados de los modelos predictivos aplicados en el inicio del proyecto, en esta etapa se considerará hacer pruebas de rendimiento y de caracterización completa a diferentes cargas para obtener sus

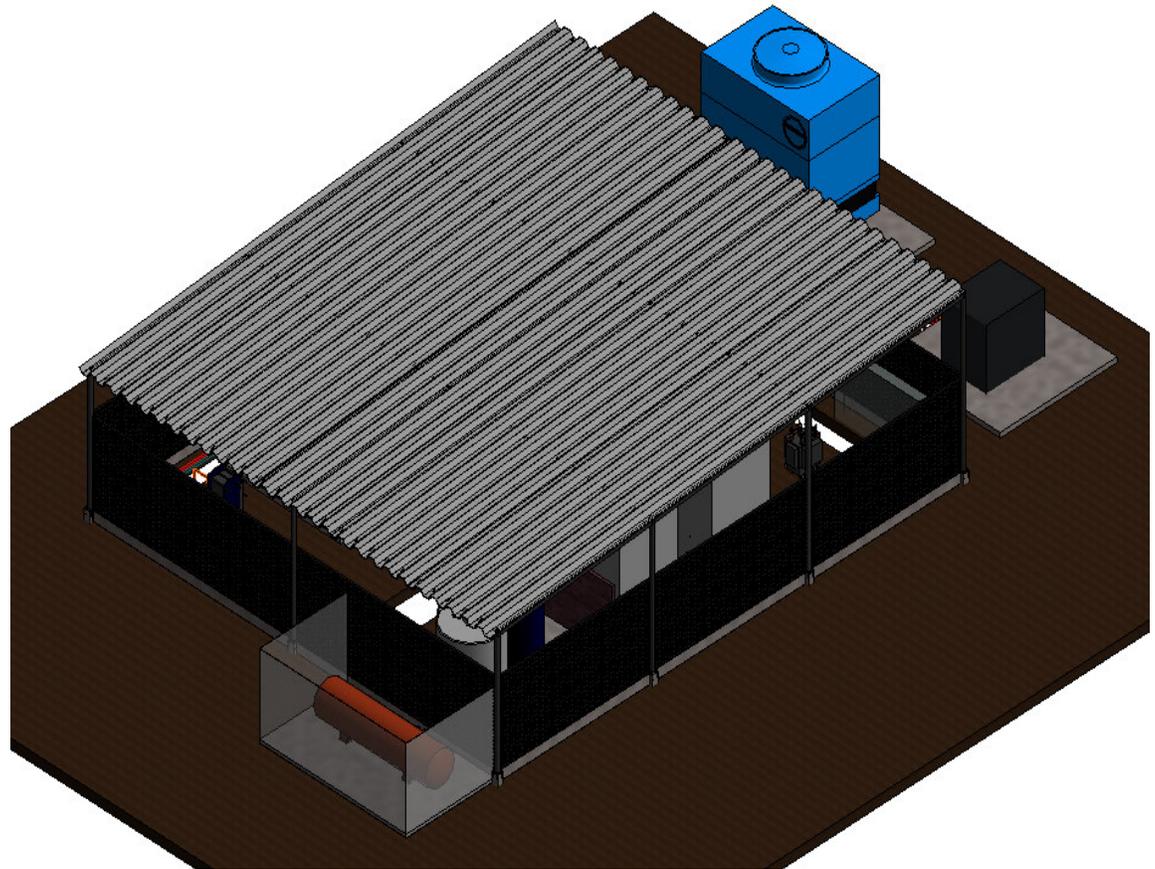
potencias nominales, así como la producción neta de frío, vapor, gas, biocombustibles, etc.

Memoria Técnico Descriptiva de Instalación Estructural



Localización: Ixtlán de los Hervores, Michoacán.

Ixtlán es una localidad situada al noroeste del estado de Michoacán, cerca de los límites con Jalisco, a 1,525 msnm, sus coordenadas geográficas son longitud : 102° 23' 06" W, Latitud: Latitud: 20° 10' 05" N. La zona está localizada en la provincia fisiográfica de la Faja Volcánica Mexicana, entre las sub-provincias volcánicas del Graben de Chapala y Vulcanismo Cuaternario del Estado de Michoacán.



Proyección de la planta de Poligeneración

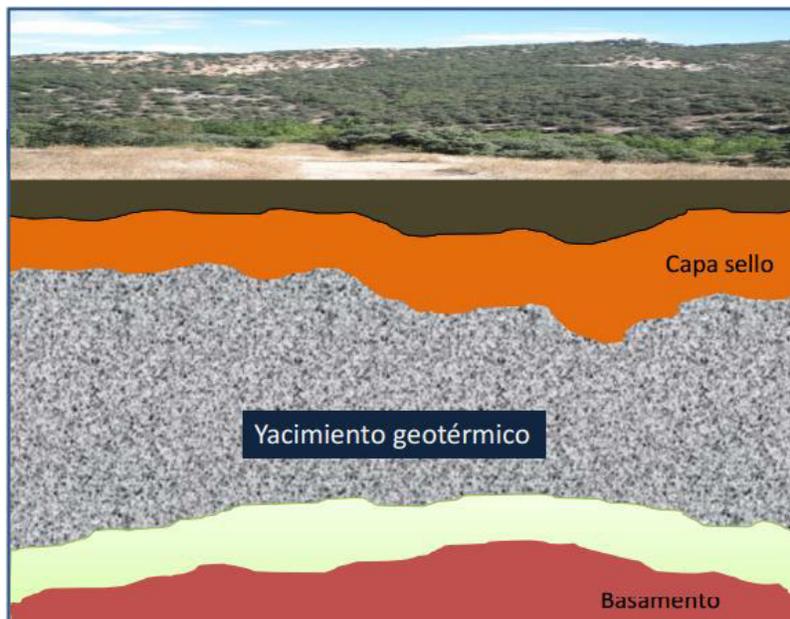
Memoria Descriptiva y de Cálculo

En el área se ha desarrollado un vulcanismo intenso, que abarca desde fines del terciario hasta el cuaternario. La zona se ubica en la prolongación oriental del Graben de Chapala, en la que se observan una serie de fallas normales de dirección noroeste-sureste a este-oeste, algunas de las cuáles parecen actuar como conductoras de los fluidos hidrotermales. Las manifestaciones termales ocurren en la intersección entre la Falla Ixtlán-Encinal y la Falla Nogales, entre los poblados de Ixtlán de los Hervores y El Salitre a lo largo de unos 2 km. Consisten en manantiales termales, pozos de agua caliente y volcanes de lodo con temperaturas superficiales entre 48 y 94°C.



Localización de la instalación en el mapa de la República Mexicana

Se considera que el yacimiento se trata de un sistema de zona de fractura ancha, bajo relieve y nivel freático somero, con fluidos hidrotermales de tipo clorurado sódico con concentraciones entre 5 y 44 ppm, pH neutro, sobresaturados de sílice en la descarga, y con temperaturas entre 125 y 225 °C. Esta asociación de laumontita + cuarzo + clacita + clorita/esmectita + pirita es típica de las facies zeolítica, debajo de las cuales podría hallarse la facies de epidota-wairakita, con temperaturas más altas. La fuente de calor podría ser alguna de las cámaras magmáticas que ha alimentado al vulcanismo plio-cuaternario.



Tipo de Suelos en el lugar de la instalación

La Geología, Geoquímica y Geofísica de detalle, además pozos exploratorios con profundidades de 35 hasta 1000 metros fueron realizados por la CFE entre 1957 y 1970. Un pozo exploratorio a 50 metros de profundidad, perforado en 1957, fluyó por sí solo de manera intermitente durante más de 45 años, siendo conocido como el Geiser de Ixtlán y reemplazado en 2005 por otro pozo, perforado por la comunidad a una profundidad de 149 metros. El terreno cuenta con dimensiones de 120m x 130m, situado cerca de un balneario y la zona se encuentra rodeada por árboles y con acceso al predio por el lado norte. La preparación del terreno tiene como objetivo permitir la construcción de la infraestructura básica del relleno para recibir y disponer de los equipos en una forma ordenada y con menor impacto posible, así como facilitar las obras complementarias.

El espacio utilizado tendrá una nivelación del suelo con movimientos de tierra por etapas, así la lluvia no erosionará el terreno ni se perderá la tierra que se puede emplear como cobertura. Para la apertura de las trincheras o zanjas se emplea equipo pesado mismo que servirá para la construcción del camino de acceso y las vías internas o la extracción y el almacenamiento de material de cobertura.

Las trincheras tendrán un área transversal rectangular. La separación mínima entre ellas será de 0.5 metros para garantizar su estabilidad. Para terminar la nivelación del terreno se emplea tezontle que eficientiza el uso de mismo.

En un área de 14 x 16 metros se colocará una malla electrosoldada perimetral sostenida con postes para una mayor fuerza brindando protección de algunos equipos del exterior con requerimientos de mayor cuidado, además será cubierto con un techo de lámina galvanizada con una altura máxima de 5 metros y mínima de 4 metros, con una inclinación de sur a norte de 3.57° a partir de la horizontal.

Los equipos tendrán base de concreto duro excepto la máquina de absorción chiller la cuál es una base de hormigón, todos cuentan con las dimensiones necesarias que establecen para su mantenimiento.

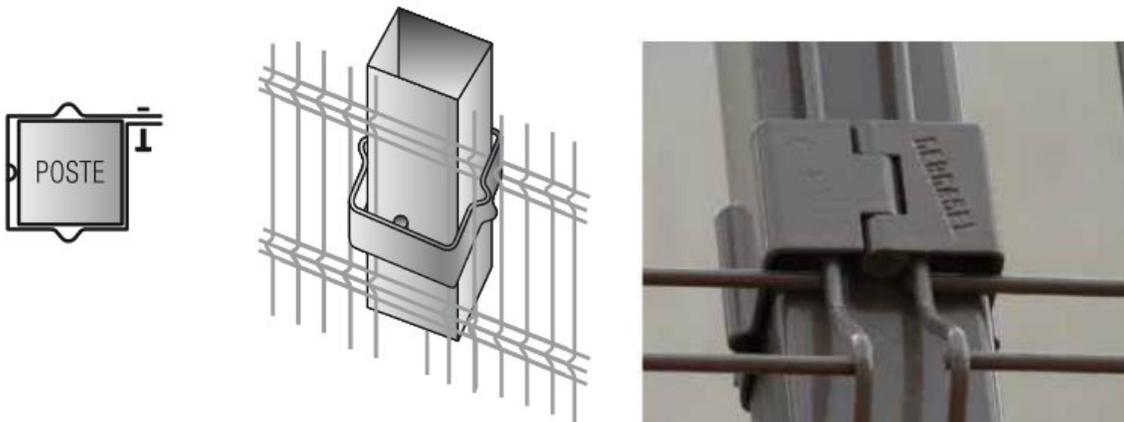
Imagen de malla electrosoldada

Los postes son de PTR de 2 x 2 pulgadas, calibre 14, galvanizados por dentro y por fuera, pintados electroestáticamente, utilizados principalmente como soporte de la cerca y el método de fijación es soldado a una placa de acero con ancla, de 1/4 pulgada de espesor y con varilla de 3/8 pulgada ahogada en la cadena de cimentación.



Detalle de instalación de malla

Para la cerca fija se utilizan abrazadera calibre 16 galvanizada y pintada electroestáticamente brindando una alta resistencia en su exterior, su grosor es de 1 1/2 pulgadas.



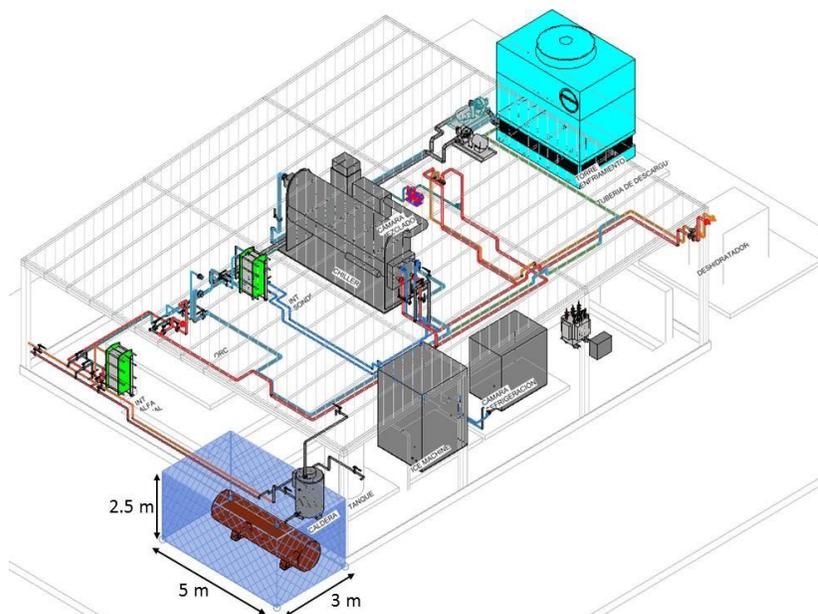
Sujeción de la electromalla

La reja cuenta con un sistema de tapones, son accesorios de plástico que evitan la entrada de agentes corrosivos, como el agua o el polvo y previenen la oxidación en el PTR. Se colocan en la parte superior del mismo.



Tapones de PTR

La caldera tiene un tanque de gas de 3400L el cual por norma debe contar con una barrera de protección para que solo esté al alcance de personal calificado, en la que se empleará malla ciclónica con altura de 2.5 metros y alrededor de un área de 5 x 3 metros. La malla ciclón es una “tela” metálica fabricada con alambre pulido de acero galvanizado que entrelazados forman un tejido con forma de rombos, es de calibre 12.5 con abertura de 63 milímetros.



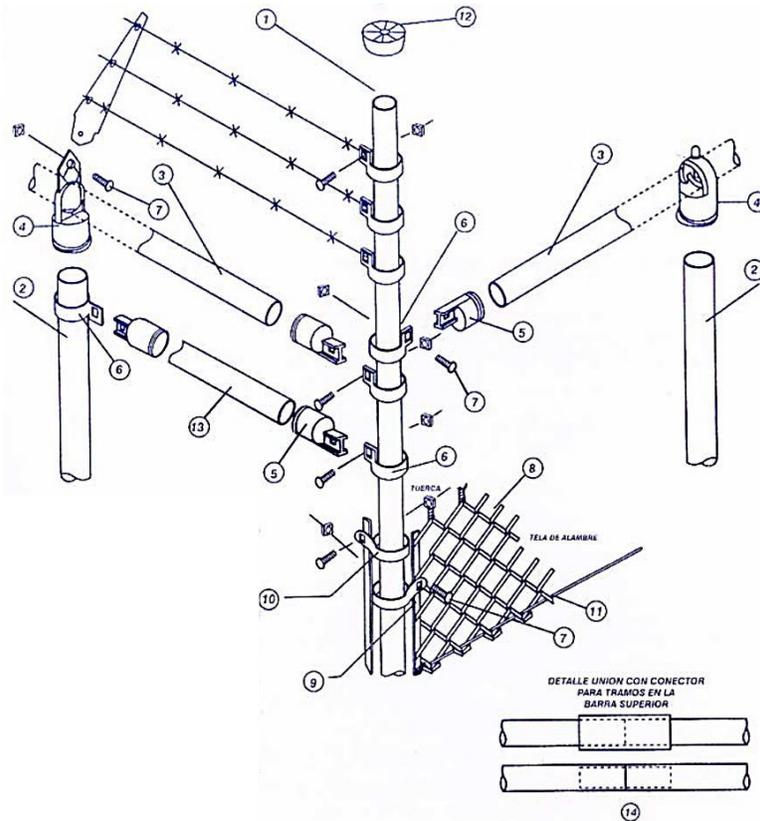
Malla ciclónica en la periferia de la instalación

Para la correcta instalación, se debe contar con distintos tubos los cuales serán de arranque y enterrados en la tierra, otros son esquineros, intermedios, de marco superior y cople de unión.

Dimensiones	Arranque y esquineros	Tubos Intermedios	Marco superior	Cople de unión
Diámetro	60 mm	60 mm	38 mm	33 mm
Altura	3.5 m	3 m	6 m	6 m
Calibre	18	18	20	20
Cantidad	4	2	3	1

Los accesorios que complementan la malla son abrazaderas de arranque y de broche de 60 milímetros, coples de 38 milímetros, tapones para los postes, los tornillos de 5/16 pulgadas, solera 2.5 metros, espada integral de 48 x 42 centímetros, alambre de púa calibre 15.5, alambre galvanizado calibre 12.5.

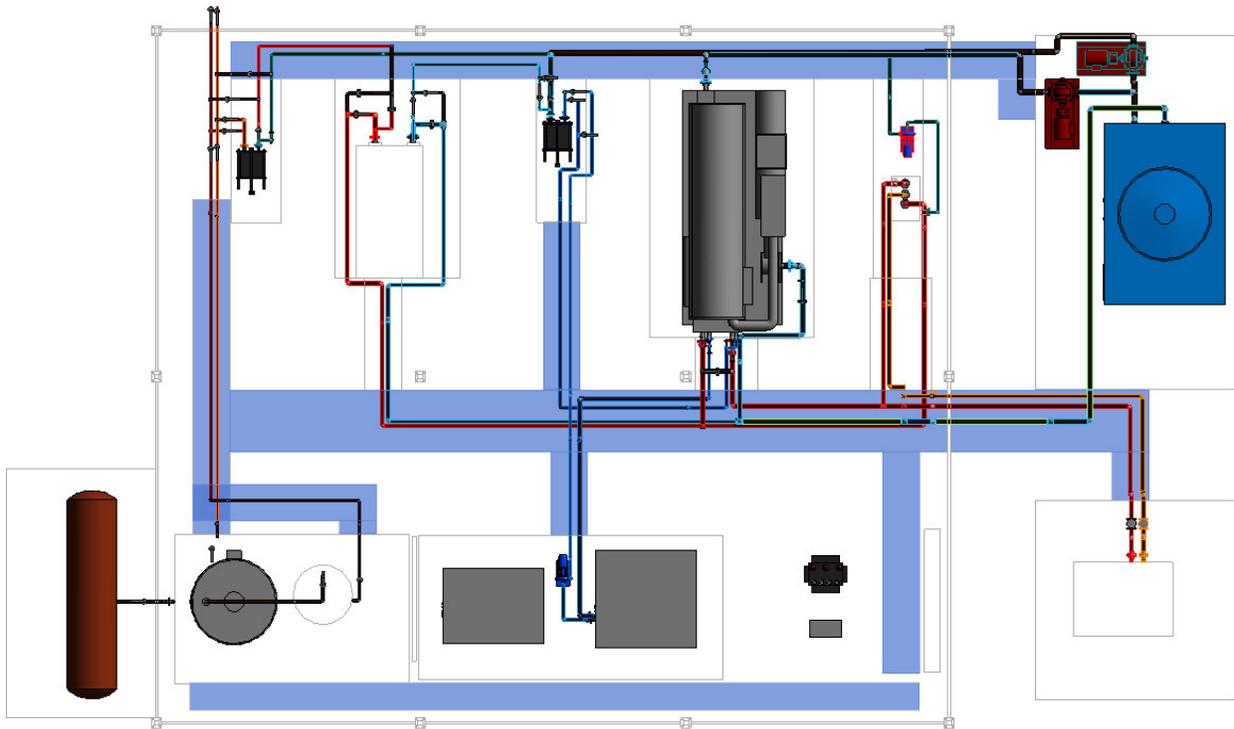
1. Poste de arranque
2. Poste de intermedio
3. Barra superior
4. Espada integral
5. Cople de barra superior
6. Abrazadera de arranque
7. Tornillo
8. Malla ciclón
9. Solera
10. Abrazadera de broche
11. Alambre galvanizado
12. Tapón para poste
13. Marco superior
14. Cople de unión



Accesorios para colocación de malla

Trincheras

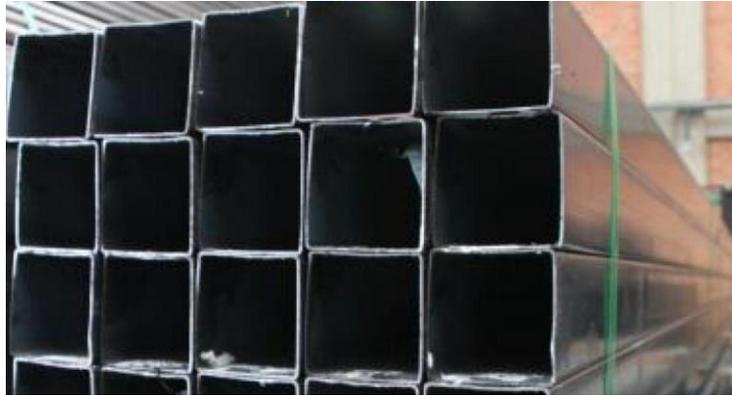
Para la tubería de los equipos se tiene destinado hacer trincheras de 80 x 60 centímetros de área transversal, en las orillas se tendrá muro de ladrillos que después se le aplicará un aplanado, el suelo de las trincheras será de cemento donde descansará la tubería y para cubrir la trinchera para hacer funcional el área que ocupan, se colocarán rejillas tipo Irving color negro de dimensiones 0.8 x 6 metros con solera de 3/16 x 1 1/2 pulgadas. Todas las trincheras tienen la inclinación necesaria para evitar que se anegue la red de tubería de la planta



Ubicación coloreada en azul para fabricación de trincheras

Estructura Metálica

Para la techumbre se utilizarán de forma vertical perfiles estructurales HSS (PTR) de soporte, el material es de acero ASTM A500 GR B con una altura máxima de 5 metros y una mínima de 4 metros, con espesor de 1/4 pulgada y de 4 x 4 pulgadas. Las columnas tienen un peso de 18.17 kg/m, espesor real de 0.233 in y área de 21.68 cm².



Elementos estructurales

En la base del HSS llevará soldada una placa de acero con dimensiones de 8 x 8 x 1/4 pulgada, atornillada a una base de concreto de 8 x 8 pulgadas x 50 centímetros de altura. Los tornillos son de dimensiones de 1/2 x 6 pulgadas de acero negro. Serán 12 PTR y tendrán una distancia entre ellos de 5.33 x 7 metros.

Montaje de Columnas

El marco principal del techo será un sistema de doble monten de material ASTM A500 de 4x2 pulgadas, calibre 14, 3.2 kg/m.

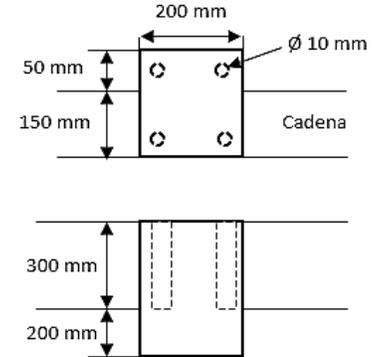
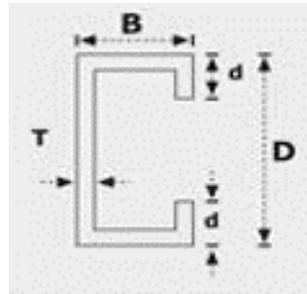
Dimensiones

D – 102 mm

B – 51 mm

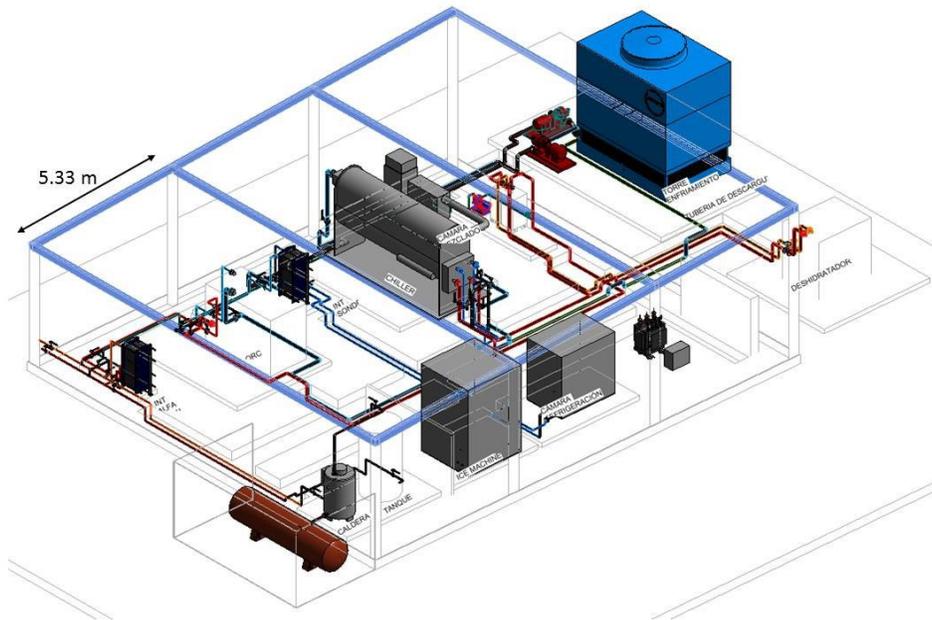
D – 16 mm

T – 1.9 mm



Dimensión de Columnas

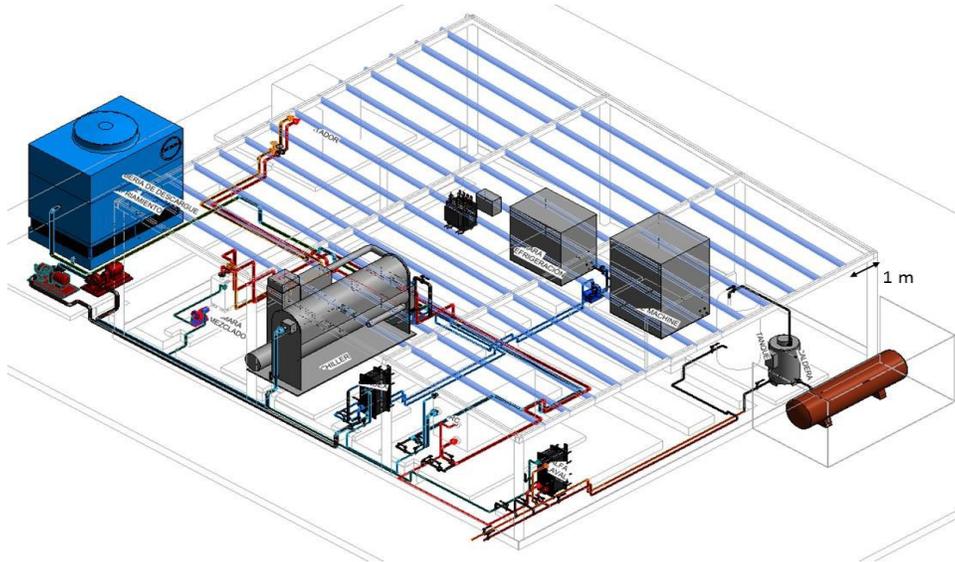
Cada monten es ubicado alrededor del área de 14 x 16 metros y dos intermedios con una distancia de 5.33 entre ellos unidos por soldadura con los PTR y un ángulo de 1/4 x 2 x 4 pulgadas, ASTM A37.



Ubicación de elementos de soporte

Ubicación de los Montenes para Láminas

El monten para las láminas, es sencillo y se ubican cada metro de distancia entre ellos y soldados con el marco principal con el fin de cubrir los espacios y de tener una estructura más cerrada.



Ubicación de elementos de soporte

Los montenes seleccionados para las láminas son de material ASTM A500 de 4 x 2 pulgadas, calibre 14 y peso de 3.2 kg/m.

Lámina Galvanizada Acanalada

Para techo que cubrirá la superficie de las máquinas se determinó utilizar láminas galvanizadas acanalada calibre 26 con dimensiones 1.10 x 6 metros. Las dimensiones a cubrir son de 14 x 16 metros.

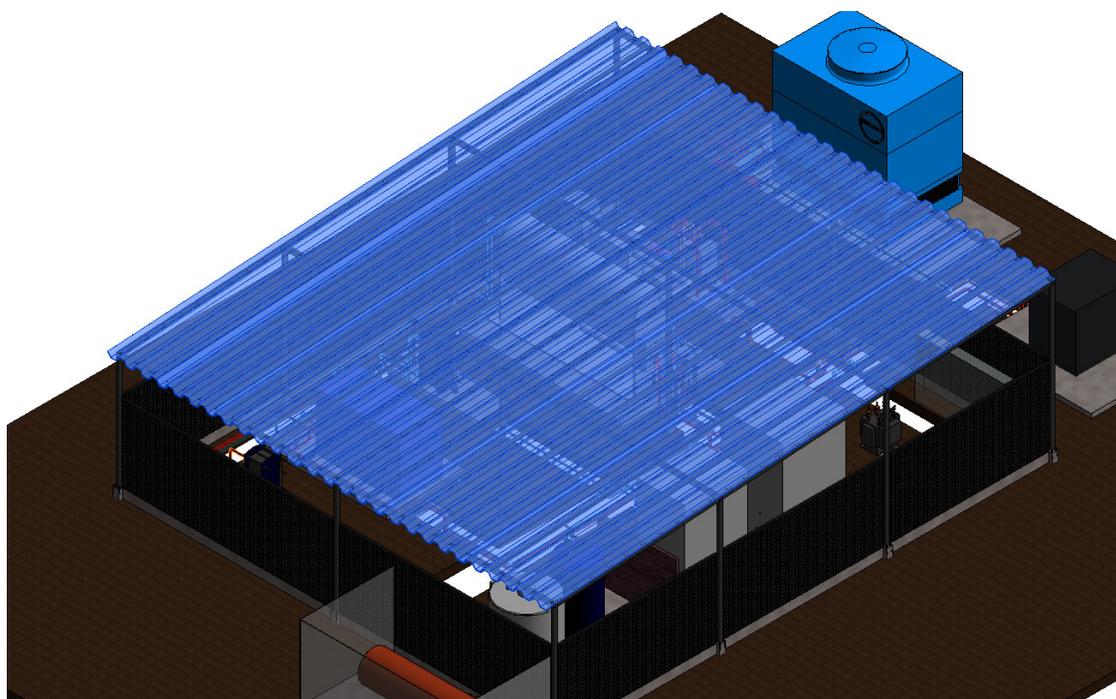


Lámina galvanizada

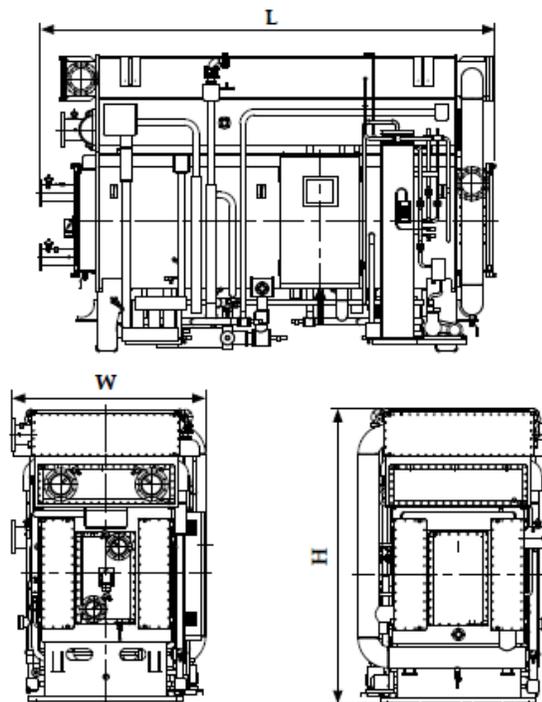
Cimentación de los Equipos

Los equipos que se instalarán en Ixtlán de los Hervores cuentan con las especificaciones del espacio necesario para brindarles mantenimiento así como el tipo de base que debe tener cada uno.

A continuación, se mencionan las dimensiones de cada equipo y las necesarias para mantenimiento.

Máquina de Absorción Chiller Thermax 5g 1c

Dimensiones Chiller		
Largo (L)	mm	2535
Ancho (W)	mm	1635
Altura (H)	mm	2200
Peso	kg	5600

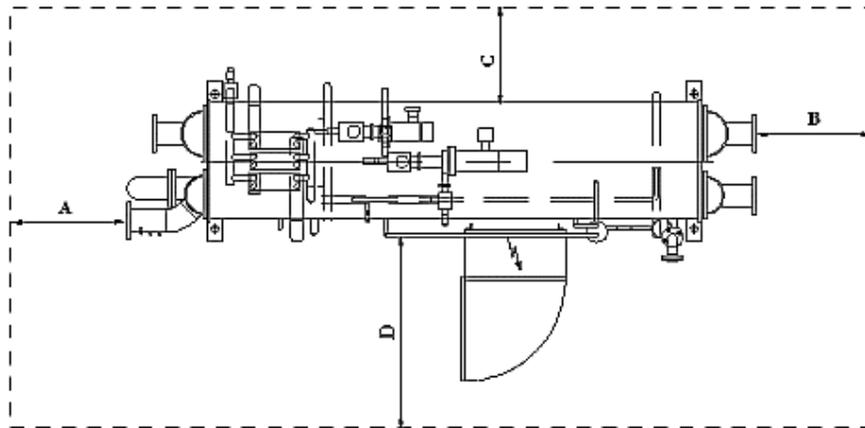


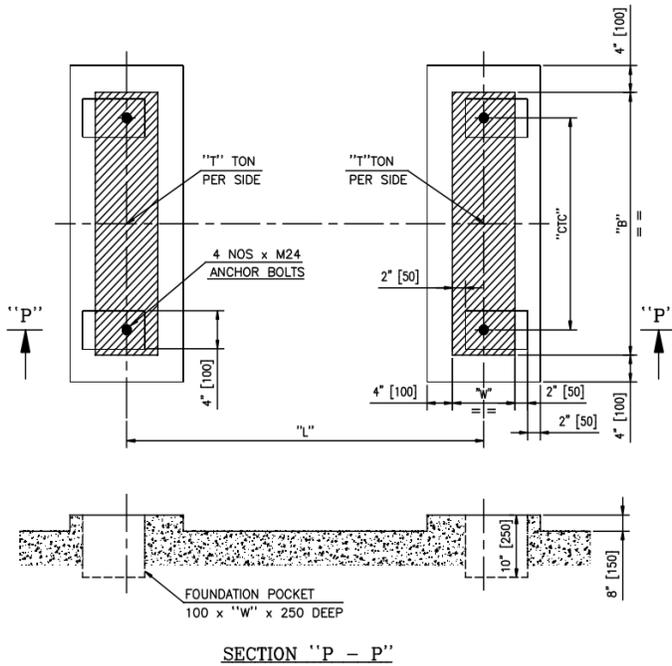
Especificaciones de Chiller de Absorción

Para la base de la máquina de absorción se tomaron en cuenta las especificaciones siguientes:

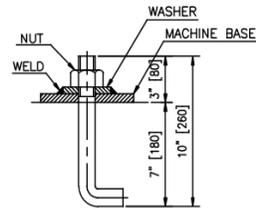
- La máquina debe ser montada sobre una base bien nivelada capaz de soportar su peso en funcionamiento, se recomienda utilizar una base de hormigón.
- Tolerancia permisible en la nivelación debe ser menor o igual a 1 milímetro longitudinal y lateralmente.
- Espacio para mantenimiento como se muestra en la siguiente imagen.
- Las dimensiones para los agujeros de los pernos y el tamaño de las zapatas son las siguientes:

Modelo 5G 1C C/1 (mm)	
A	3500
B	500
C	500
D	1200
PARTE SUPERIOR	200





MODEL	"L"		"W"		"B"		"CTC"		"T"	
	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	mm	Inch	TON	Pound
5G 1C C	1582	62	220	09	872	34	772	30	2.0	4409



ARRANGEMENT
AT ANCHOR

INDICATES THE BASE
OF MACHINE

Note:-

The above drawing indicates the dimensions of the equipment base frame and foundation bolt pockets and suggested size of the footings. The foundation shall be designed to suit the soil conditions and other design considerations at site.

Cimentación de Chiller de Absorción

Para comprobar que los niveles sean los indicados se verifica como se muestra a continuación para los cuatro puntos.

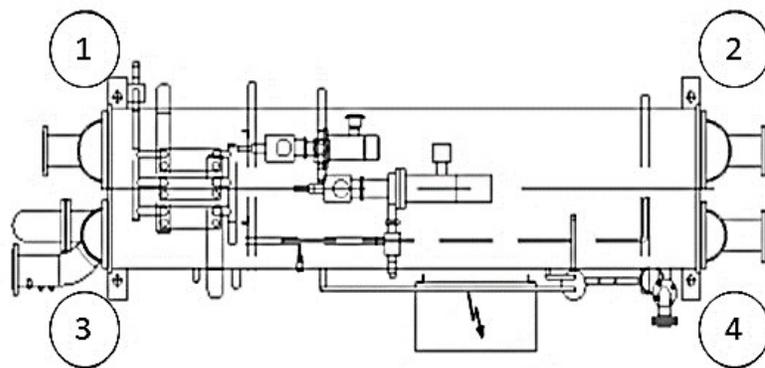


Imagen de verificación para la correcta instalación

Para nivelar la enfriadora se hace de manera empírica corroborando con un nivel láser tomando puntos de referencia, deberá usar un nivel de manguera transparente (diámetro de la manguera ≥ 10 milímetros) de longitud total superior en 3 metros a la de la propia máquina. Deberá llenar la manguera con agua, asegurándose que no queden burbujas de aire en su interior. Use el punto 1 como referencia para medir las diferencias del nivel de agua respecto con los otros puntos (2, 3, 4). Se corrobora con un nivel láser tomando los mismos puntos de referencia.

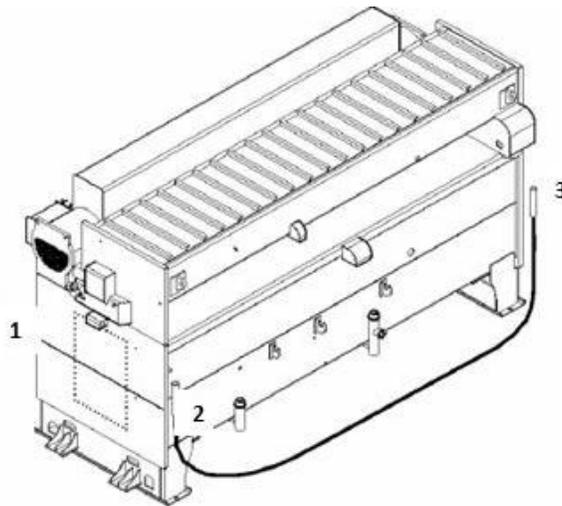


Imagen de referencia para nivelación

Cálculos de nivelación deben ser de la siguiente forma:

$$\frac{1 - 2}{L}, \quad \frac{3 - 4}{L}, \quad \frac{1 - 4}{L}, \quad \frac{2 - 3}{L}, \quad \frac{1 - 3}{W}, \quad \frac{2 - 4}{W}$$

Dónde:

L = Longitud de la máquina

W = Anchura de la máquina

Si los resultados muestran diferencias superiores a la tolerancia admitida ($\leq 0,001$), se deberá insertar láminas de metal (galgas) entre la base de la máquina y la bancada en los puntos adecuados. Las galgas deberán tener una medida aproximada de 75 x 50 milímetros, con espesores comprendidos entre 0.6 y 9 milímetros. Comúnmente son llamadas “laminas” de ajuste o de nivelación.

Una vez colocadas las galgas, se deberá realizar una nueva medición para garantizar la correcta nivelación en cada uno de los costados.

La base de hormigón para la máquina de absorción tendrá una dureza de $f'c$ 200 kg/cm^2 y sus dimensiones son las siguientes:

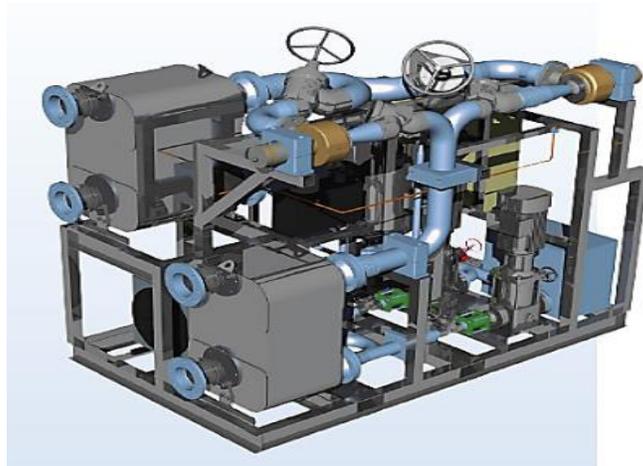
Dimensiones base Chiller

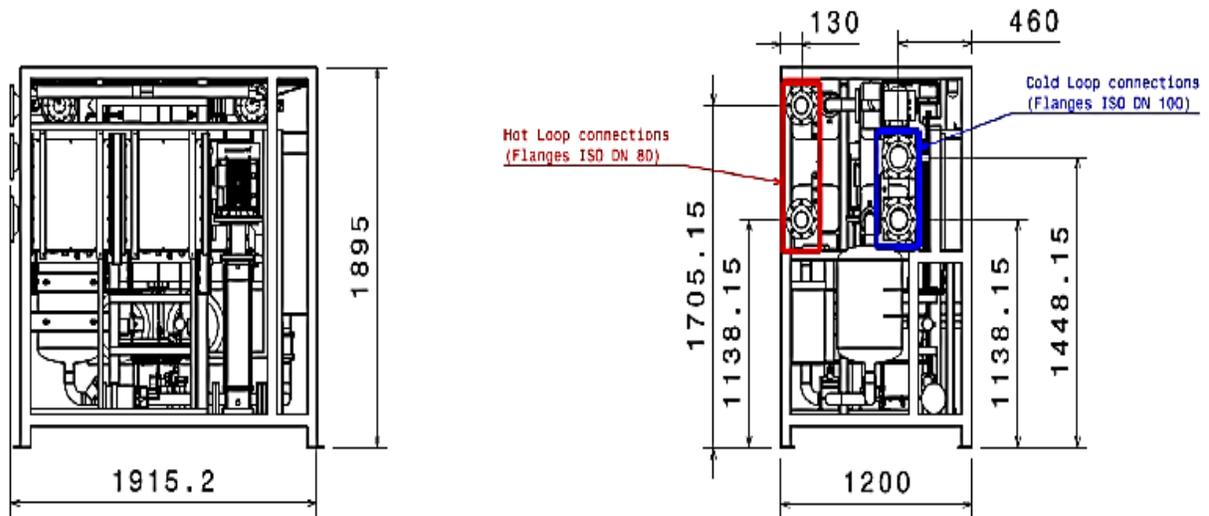
Largo (L)	mm	5200
Ancho (W)	mm	3300
Altura (H)	mm	200



Enogia 40lt ORC

Dimensiones del ORC		
Largo (L)	mm	1915
Ancho (W)	mm	1200
Altura (H)	mm	1895
Peso	kg	2500

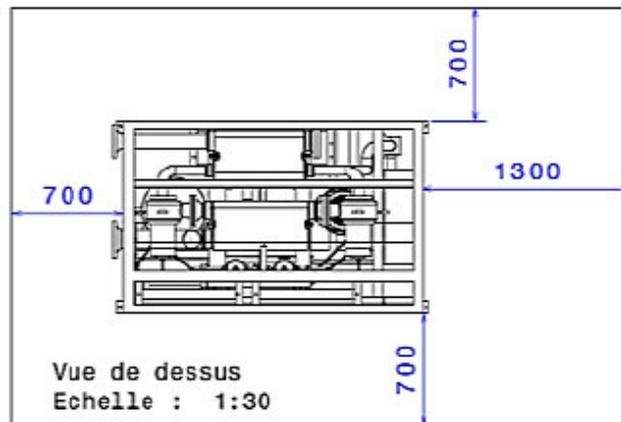




Dimensiones de ORC

Para la base del ORC son tomadas en cuenta las especificaciones que se muestran a continuación:

- El equipo tiene que ser instalado en una base de concreto o cualquier piso de nivel duro.
- El suelo no debe tener más de 1° de pendiente en ninguna dirección.
- La máquina tiene que contar con un techo sobre él.
- Las dimensiones mínimas recomendadas para mantenimiento se muestran en imagen



Dimensiones de la base del ORC

El ORC una base de concreto con las siguientes dimensiones y de dureza $f'c$ 200 kg/cm².

Dimensiones base ORC		
Largo (L)	Mm	4000
Ancho (W)	Mm	3200
Altura (H)	Mm	200

Generador de Agua Caliente Clayton

Dimensiones Caldera		
Largo (L)	Mm	1962
Ancho (W)	Mm	1735
Altura (H)	Mm	2616
Peso	Kg	1250

Dimensiones Tanque de almacenamiento		
Diámetro(DL)	mm	1200
Altura (H)	mm	2200
Peso vacío	kg	150



Las especificaciones establecidas por el proveedor de la caldera establecen lo siguiente:

- El equipo tiene que ser instalado en una base de concreto o cualquier piso de nivel duro.
- El suelo no debe tener más de 1° de pendiente en ninguna dirección.
- La máquina tiene que contar con un techo sobre él.

La base será de concreto y utilizarán la caldera con su tanque, con una dureza de $f'c$ 200 kg/cm^2 y tendrá las siguientes dimensiones.

Dimensiones base Caldera y tanque		
Largo (L)	mm	4700
Ancho (W)	mm	3000
Altura (H)	mm	200

Intercambiador de Placas Alfa Laval

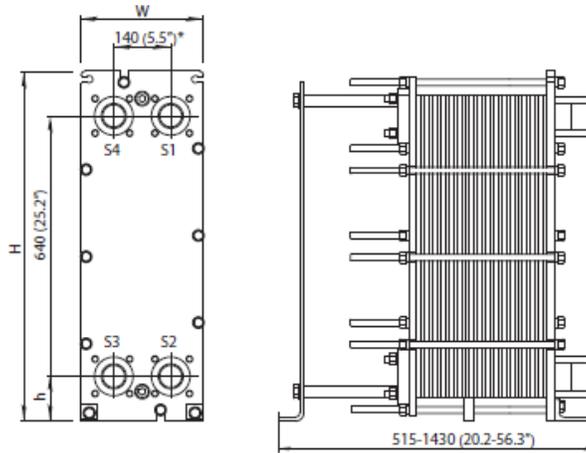
Dimensiones Int. Alfa Laval		
Largo (L)	mm	1430
Ancho (W)	mm	330
Altura (H)	mm	940
Peso	kg	200



Intercambiador de Placas Alfa Laval

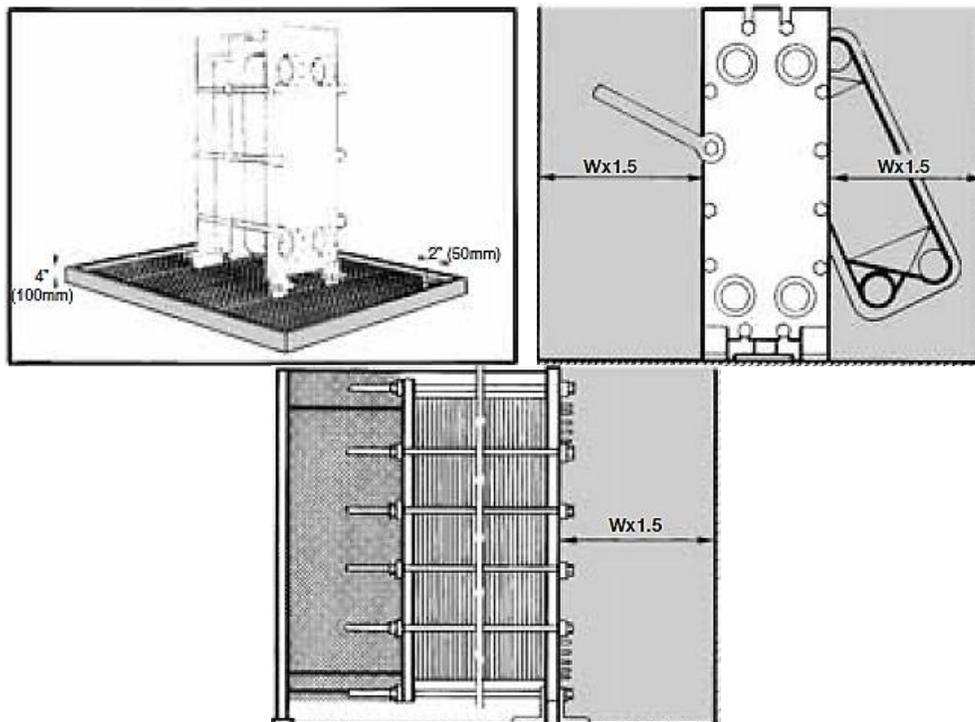
El intercambiador cuenta con requisitos especiales para realizar mantenimiento y algunos de ellos se presentan a continuación.

- El equipo tiene que ser instalado en una base de concreto o cualquier piso de nivel duro.
- El suelo no debe tener más de 1° de pendiente en ninguna dirección.



Dimensiones del Intercambiador de Calor

Las dimensiones mínimas recomendadas para mantenimiento se muestran en la figura.



Espacios libres para el correcto funcionamiento del intercambiador de calor

Las siguientes dimensiones son de la base, para el intercambiador Alfa Laval, la cual será de concreto con una dureza de $f'c$ 200 kg/cm².

Dimensiones base Intercambiador Alfa Laval		
Largo (L)	mm	2900
Ancho (W)	mm	1000
Altura (H)	mm	200

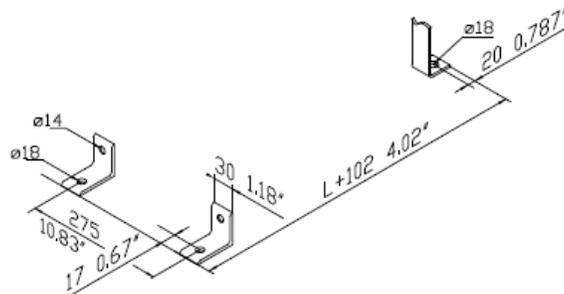
Intercambiador de Placas Sondex

Dimensiones Intercambiador Sondex		
Largo (L)	mm	1430
Ancho (W)	mm	395
Altura (H)	mm	985
Peso	kg	200



El intercambiador Sondex requiere de las siguientes especificaciones tomadas en cuenta para el diseño de la base.

- El equipo tiene que ser instalado en una base de concreto o cualquier piso de nivel duro.
- El suelo no debe tener más de 1° de pendiente en ninguna dirección.
- Las dimensiones de la base para sujetar el equipo son las siguientes.



Las dimensiones de base de concreto para el intercambiador se presentan a continuación y son con una dureza $f'c$ 200 kg/cm².

Dimensiones Base Sondex		
Largo (L)	mm	2900
Ancho (W)	mm	1000
Altura (H)	mm	200

Para la cámara de refrigeración, máquina de hielo, deshidratador, la torre de enfriamiento y cámara de mezclado se tomarán en cuenta las siguientes especificaciones.

- El equipo tiene que ser instalado en una base de concreto o cualquier piso de nivel duro.
- El suelo no debe tener más de 1° de pendiente en ninguna dirección.
- Dimensiones de base de concreto.

Las bases son de una dureza de 200 kg/cm².

Cámara de Refrigeración y Máquina de Hielo

Las siguientes tablas muestran las dimensiones que tienen la cámara de refrigeración y la máquina de hielo.

Dimensiones Cámara de Refrigeración		
Largo (L)	mm	2000
Ancho (W)	mm	2000
Altura (H)	mm	2200
Peso (Aprox)	kg	250

Dimensiones Máquina de hielo		
Largo (L)	mm	1560
Ancho (W)	mm	1000
Altura (H)	mm	1800
Peso (Aprox)	kg	500

Estos equipos compartirán la base y se utilizarán las especificaciones ya mencionadas anteriormente, la cual tendrá una dureza de 200 kg/cm².

Dimensiones Base Cámara Ref. y Maquina hielo		
Largo (L)	mm	6100
Ancho (W)	mm	2900
Altura (H)	mm	200

Deshidratador

Dimensiones Deshidratador		
Largo (L)	mm	4000
Ancho (W)	mm	1300
Altura (H)	mm	3000
Peso (Aprox)	kg	300

(Dimensiones del deshidratador aproximadas)

Propuesta de dimensiones para la base del deshidratador.

Dimensiones Base Deshidratador		
Largo (L)	mm	4000
Ancho (W)	mm	4000
Altura (H)	mm	200

Torre de Enfriamiento

Dimensiones Torre de enfriamiento		
Largo (L)	mm	3680
Ancho (W)	mm	2440
Altura (H)	mm	3970
Peso	kg	1830

La base de la torre de enfriamiento, también será para las bombas de alimentación del Chiller y el intercambiador Sondex.

Dimensiones Base Torre Enfriamiento		
Largo (L)	mm	7100
Ancho (W)	mm	4000
Altura (H)	mm	200

Cámara de Mezclado

Dimensiones Cámara de mezclado		
Largo (L)	mm	900
Ancho (W)	mm	560
Altura (H)	mm	

Dimensión propuesta para la base.

Dimensiones Cámara de mezclado

Largo (L)	mm	4000
Ancho (W)	mm	1000
Altura (H)	mm	150

Tanque Gas

Dimensiones Tanque de gas		
Largo (L)	mm	4301
Ancho (W)	mm	1030
Altura (H)	mm	1260
Peso	kg	750

El equipo se instalará en una base de grava

Dimensiones Base Tanque de gas		
Largo (L)	mm	5000
Ancho (W)	mm	3000
Altura (H)	mm	150

Memoria Técnico Descriptiva de Instalación Mecánica

La planta de poligeneración se integra a partir de tres tecnologías principales. En el primer nivel térmico se incluye una máquina ORC para producir 40 kWe, en el segundo nivel térmico se contempla la generación de frío mediante una máquina THERMAX de 50 TR y finalmente en el tercer nivel térmico de la cascada se contempla la deshidratación de alimentos con un deshidratador de tipo cabina.

Los equipos principales del sistema de poligeneración están compuestos a su vez por otros componentes internos. Por ejemplo, el ORC está conformado por una turbina, un evaporador, un condensador y una bomba. El ciclo de absorción está compuesto por un generador, un condensador, un evaporador, un absorbedor, una bomba y dos válvulas de expansión.

La planta de poligeneración se contempla para operar con un fluido geotérmico (agua caliente) a una temperatura de 130 °C a una presión de 800 kPa y con un flujo de agua caliente de 8.42 kg/s. Este fluido cederá parte de su energía a otro fluido (no geotérmico) a través de un intercambiador de calor. En caso de no encontrar las condiciones de temperatura esperadas en sitio, será necesario incluir una caldera auxiliar para operar el esquema en el concepto de cascada térmica.

Se espera que el fluido ingrese al primer nivel térmico de la cascada y active la máquina ORC ENOGIA ENO-40LT a una temperatura de 120 °C que es la máxima temperatura de activación del ORC especificada por el fabricante. A su paso por el ENO-40LT la energía térmica del fluido caliente es aprovechada y se convierte a electricidad, hasta un máximo posible de 40 kW nominales dependiendo de las condiciones de operación en sitio. Existe una caída de temperatura de 10 °C, ya que se utilizará un circuito de agua caliente independiente para evitar problemas de incrustación en los equipos. Posteriormente, a la salida del ORC el fluido caliente reduce en 25 °C su temperatura, para alimentar a la máquina THERMAX que será activada a 95 °C como lo indica el fabricante.

A su paso por la máquina THERMAX el fluido caliente reduce 10 °C los cuales son necesarios para producir 50 TR a un flujo de 6.08 kg/s, una temperatura de 95 °C y una presión de 800 kPa. Una vez que el fluido caliente ha sido aprovechado en estos dos niveles térmicos de generación de electricidad y frío, pasará a un tercer nivel térmico a una

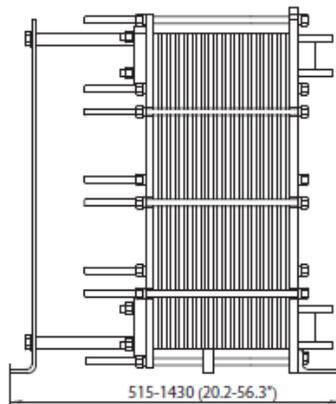
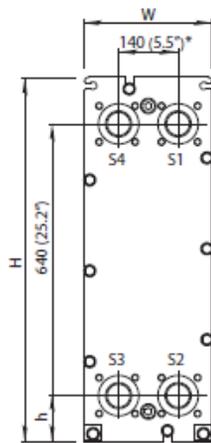
temperatura de 85 °C. El fluido entrará al deshidratador a una temperatura de 85 °C y un flujo de 0.71 kg/s para deshidratar una cierta cantidad de alimento por día. Finalmente, se espera que el fluido geotérmico abandone el sistema de poligeneración a 75 °C y sea reinyectado.

Sistema de Agua Caliente

Los gastos en las diferentes redes de agua se determinan dependiendo del flujo nominal de cada equipo, y en esta línea en particular, existen tres válvulas de regulación del flujo con un sistema de bypass en cada equipo, tanto para el mantenimiento como para la operación.

El circuito está conformado por el intercambiador de placas Alfa Laval, ORC, máquina de absorción Li-Br-H₂O (Chiller), deshidratador, cámara de mezclado y bomba de agua de circulación Grundfos.

A continuación se hará una pequeña descripción de las condiciones de operación así como sus dimensiones y conexiones del intercambiador de calor que se utilizará en el sistema de agua caliente.



Intercambiador de Calor SONDEX.

Intercambiador de calor de placas Dhimex-Alfa Laval, mod. M6-MFG, conexiones en SS de 2", marco de acero suave, placas de Titanio de 0.50 mm, empaque de EPDMP clip-on de solo paso, diámetros generales 30x13x36in, peso aproximado en operación 375 lb.

Lado caliente maneja un flujo de 44.2 m³/hr, temperatura de entrada de 130 °C, temperatura de salida de 104 °C, a una presión de 150 Kpa.

Lado frío maneja un flujo de 22.2 m³/hr, temperatura de entrada de 70 °C, temperatura de salida de 120 °C, a una presión de 44.1 Kpa.

Las líneas de tubería serán cubiertas con aislante de polietileno expandido tal como se muestra en la Figura 3, el cual ayudará a conservar la temperatura caliente en la línea correspondiente. De igual manera, ayudará a mantener temperaturas bajas en las líneas de tubería de agua helada que salen de la máquina de absorción.



Aislante de polietileno expandido para tubería de agua caliente.

Equipos de Producción de Agua Caliente

El generador de agua caliente CLAYTON (caldera) TG 5000 basa su eficiencia en la alta velocidad del agua y de los gases de combustión que circulan en su interior. En operación normal, el agua fría que alimenta a la caldera, se mezcla con el agua caliente a la entrada del tanque de almacenamiento de agua. Este aumento brusco en la temperatura combinado con la acción centrífuga del agua que fluye dentro del tanque, estimula la precipitación y separación de los sólidos que forman incrustaciones, las cuales se sedimentan en el fondo del tanque para que posteriormente sean drenados.

El equipo incluye dispositivos de seguridad para protección contra la falta total o parcial de agua, falla de encendido del quemador y sobrecarga eléctrica.

El agua es bombeada directamente dentro de la unidad de calentamiento, y fluye a través de la sección espiral monotubular de la unidad de calentamiento circulando en una dirección contraria a la de los gases de combustión. A medida que el agua fluye, es mandada directamente a un tanque de almacenamiento de agua para que sea enviada a servicio.

Caldera

El quemador de la caldera utiliza Gas L.P. el cual será alimentado por un tanque estacionario que se localizará por fuera de la limitación de la malla electrosoldada. El cual abastecerá al sistema por 15 días operando tres horas diarias. A continuación se hará una pequeña descripción de las dimensiones y conexiones de la caldera, así como del tanque de almacenamiento de agua caliente y del tanque estacionario de Gas L.P.:

ESPECIFICACIONES DEL GENERADOR DE AGUA CALIENTE TG 5000				
DATOS	UNIDADES INGLESAS		UNIDADES METRICAS	
CAPACIDAD DE SALIDA	4959 gph		18772 L/h	
SUMINISTRO DE CALOR NETO	334750 BTU/h		84357 Kcal/h	
ELEVACION DE TEMPERATURA (DELTA T)	81° F		45° C	
CONSUMO DE COMBUSTIBLE (A PLENA CARGA)				
CONSUMO DE GAS L.P. DE 21465 BTU7LB (11900 Kcal7 Kg) A UNA GRAVEDAD ESPECIFICA DE 0.56	195 Lb/h		88.5 kg/h	
EFICIENCIA TERMICA	PCS	PCI	PCS	PCI
GAS L.P. (LICUADO DE PETROLEO)	83%	90%	83%	90%
REQUERIMIENTO DE SERVICIO				
PRESION DE SUMINISTRO DE GAS (ESTANDAR TREN DE GAS) CON REGULADOR DE GAS	0.22 psig		0.015 Kg/cm2	
GENERAL				
SUPERFICIE DE CALENTAMIENTO	248.43 ft2		23.08 m2	
PRESION DE AGUA	10 a 100 psig		0.7 a 7.0 Kg/cm2	
BOMBA DE AGUA DEL TIPO SIN EMPAQUES, SELLADA MECANICAMENTE A 1 Kg7 cm2 DE PERDIDA DDE PRESION	176 gpm		666 lpm	
	HA	LA	HA	LA
MOTOR ELECTRICO VENTILADOR	7.5 hp	5 hp	5.6 kw	3.7 kw
MOTOR ELECTRICO BOMBA DE AGUA	5 hp	5 hp	3.7 kw	3.7 kw
CONEXIONES				
ENTRADA DE AGUA DE ALIEMENTACION (BOMBA DE AGUA)	3 pulg		76 mm	
ENTRADA A LA UNIDAD DE CALENTAMIENTO	3 pulg		76 mm	
ENTRADA DE GAS NATURAL Y GAS L.P.	2 pulg		51 mm	
SALIDA DE CHIMENEA	12 pulg		305 mm	
DIMENSIONES				
LARGO	77.25 pulg		1962 mm	
ANCHO	68.3 pulg		1735 mm	
ALTURA INCLUYENDO PATAS Y ADAPTADOR DE CHIMENEA	103 pulg		2616 mm	



Tanque de Almacenamiento de Agua Caliente.

Dimensiones Tanque de almacenamiento

Diámetro(DL)	mm	1200
Altura (H)	mm	2200
Peso vacío	kg	150

Tanque de Almacenamiento de Gas L.p.

El tanque estacionario está diseñado y fabricado de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-012/1 Y NOM-012/3 SEDG 2003

ESPECIFICACIONES

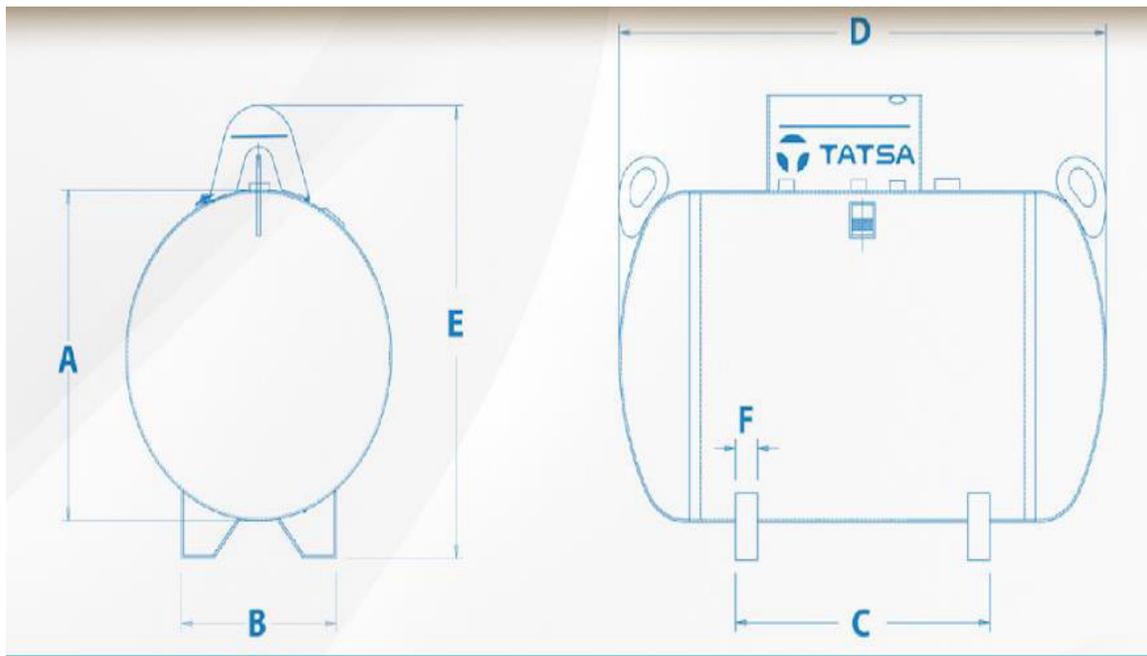
Presión de diseño 17.58 kgf/cm²-1.72 Mpa

Temperatura de diseño 51.6 °C

Presión de prueba hidrostática 22.85 kgf/cm²-2.23 Mpa

MODELO TYPE		CAPACIDAD REAL WATER CAPACITY		TARA WEIGHT		DIAMETRO DIAMETER (A)		ANCHO ENTRE PATAS WIDTH BETWEEN SUPPORTS (B)		DISTANCIA ENTRE PATAS DISTANCE BETWEEN SUPPORTS (C)		LONGITUD LENGTH (D)		ALTURA HEIGHT (E)		ANCHO DE PATAS WIDTH OF SUPPORTS (F)	
Litros Liters	U.S. Galones U.S. Gallons	Litros Liters	U.S. Galones U.S. Gallons	Kg Kg	Libras Pounds	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches	Metros Meters	Pulgadas Inches
120	31.7	118.2	31.2	53	117	0.48	19	0.28	11	0.46	18.3	0.780	30.71	0.69	27.2	0.05	2
180	47.6	178.6	47.2	63	139	0.48	19	0.28	11	0.64	25.7	1.050	41.33	0.69	27.2	0.05	2
300	79.3	295	77.9	86	189	0.61	24	0.36	14	0.56	23.0	1.118	44.01	0.90	35.5	0.05	2
500	132.1	490	129.5	131	288	0.61	24	0.36	14	1.11	44.0	1.797	70.75	0.90	35.5	0.05	2
1,000	264.2	961	253.9	210	462	0.80	31.5	0.40	16	1.16	45.7	2.220	87.40	1.27	50.0	0.05	2
1,600	422.7	1677	443.1	362	798	1.03	40.5	0.48	19	1.25	49.5	2.362	92.99	1.26	49.6	0.15	6
2,200	581.3	2189	578.3	468	1,032	1.03	40.5	0.48	19	1.61	63.7	3.001	118.14	1.26	49.6	0.15	6
2,800	739.7	2766	730.8	520	1,146	1.03	40.5	0.48	19	2.17	85.7	3.540	139.37	1.26	49.6	0.15	6
3,400	898.3	3332	880.3	602	1,503	1.03	40.5	0.48	19	2.87	113.0	4.301	169.33	1.26	49.6	0.15	6
5,000	1321	4930	1302.5	1081	2,383	1.18	46.6	0.51	20	3.53	139.0	4.775	187.20	1.39	54.7	0.15	6

VÁLVULAS Y ACCESORIOS	CONEXIONES DE ENTRADA	CONEXIONES DE SALIDA
Válvula de llenado.	1 1/4" NPT	1 3/4" ACME
Válvula de servicio.	3/4" NPT	Punta pol
Válvula de "Chek Lok".	3/4" NPT	3/4" NPT
Válvula de retorno de vapores.	3/4" NPT	1 1/4" ACME
Válvula de seguridad:		
120, 180, 300 y 2,200 Lts.	1" NPT	
500 a 1,600 Lts.	3/4" NPT	
2,800 a 5000 Lts.	1 1/4" NPT	
Cople de drenado sólo en tanques		
1,600 a 3,400 Lts	1 1/4" NPT	
5,000 Lts.	2" NPT	
Medidor magnetico de nivel de líquidos.		
Regulador		
Cubreválvulas.		



Especificaciones de operación, conexiones y dimensiones del tanque de almacenamiento de Gas L.P.

Diámetros

La selección de los diámetros se realizó tomando en consideración los diámetros de entrada y salida de cada equipo además de las especificaciones de trabajo ambos. Tomando en cuenta que los diámetros de cada equipo varían, se seleccionaron primeramente los comerciales y de bajo costo siempre y cuando cumplan con la calidad y funcionamiento deseado, posteriormente se seleccionó el diámetro que cumpliera con las especificaciones de todos los equipos, por ello habrá equipos que tienen conexiones de mayor diámetro con una tubería de menor diámetro y viceversa pero que cumplan las especificaciones.

A continuación, se hará una breve descripción de los diámetros utilizados:

El Diámetro de la tubería del circuito de agua de refrigeración tiene un diámetro de 4", se consideró este diámetro teniendo en cuenta los diámetros de entrada y salida de cada equipo, además del flujo que necesitan para trabajar sin dejar de considerar las pérdidas por fricción. En base a las especificaciones de la torre de enfriamiento el agua de retorno y salida hacia el sistema, el diámetro de la tubería será de 6" considerando un flujo de 640 gpm, mientras que la tubería de la succión y descarga de la bomba que alimenta a la máquina de absorción tendrá un diámetro de 4" a un flujo de 228 gpm, esto considerando que la entrada y salida del Chiller tiene un diámetro de 4". La tubería de succión y descarga que alimenta al Intercambiador de calor y al ORC tendrá un diámetro de 4" a un flujo de 350 gpm, este diámetro se seleccionó de acuerdo a las entradas y salidas de los equipos que en base a sus especificaciones, el ORC tiene entrada y salida de 5" a un flujo de 350 gpm, mientras que el Intercambiador de calor tiene entrada y salida de 2.5" de diámetro a un flujo de 143 gpm, por lo cual se optó por seleccionar un diámetro de 4" a un flujo de 350 gpm para satisfacer ambos equipos y reducir las pérdidas de presión por fricción.

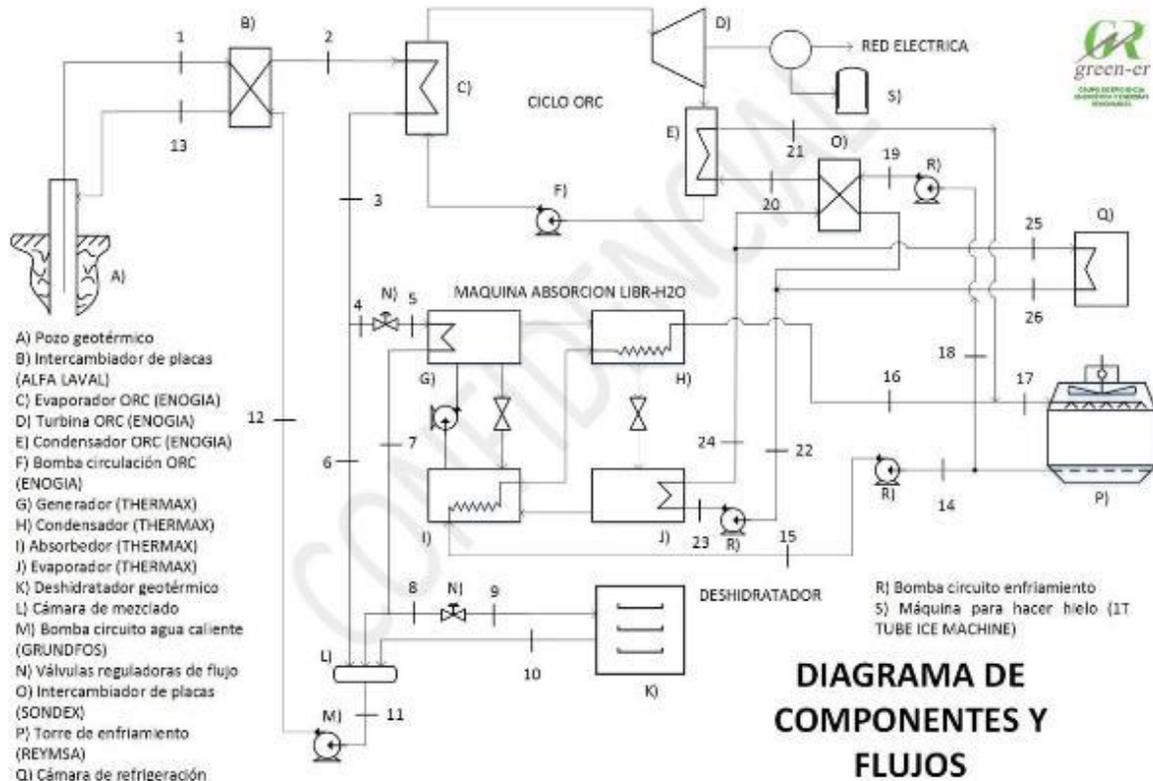
El diámetro de la tubería del circuito de agua fría (Maquina Frigorífica) tendrá diámetros de 3", esto debido a que las conexiones de la máquina frigorífica son de 2" y las conexiones del Chiller son 3" a un flujo de 95 gpm.

Velocidades para el Sistema de Agua Caliente

VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA CALIENTE (CALDERA)				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
18.772	0.00521444	0.075	0.004418	1.180306017
VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA CALIENTE INTERCAMBIADOR				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
22.2	0.00616667	0.075	0.004418	1.395844533
VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA CALIENTE ORC				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
27.46	0.00762778	0.075	0.004418	1.726571661
VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA CALIENTE (CHILLER)				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
21.9	0.00608333	0.075	0.004418	1.376981769
VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA CALIENTE (DESHIDRATADOR)				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
19.332	0.00537	0.075	0.004418	1.21551651

Cálculo de Gasto

El cálculo de la carga disponible se determinó tomando en consideración el flujo que requiere cada equipo para operar. La máquina de absorción requiere un flujo de 228 gpm para el ciclo de refrigeración mientras que para el ciclo de agua caliente y agua fría requiere de un flujo de 95 gpm, el ciclo de refrigeración para el ORC requiere de un flujo de 143 gpm mientras que para el intercambiador es de 120 gpm, por lo cual se pondrán dos bombas centrífugas una para el ciclo de refrigeración de la máquina de absorción la cual tendrá que satisfacer el flujo requerido del equipo. La otra bomba tendrá que satisfacer el ciclo de refrigeración del ORC, a un flujo de 350 gpm. Por lo tanto la torre de enfriamiento proporcionará un flujo de 640 gpm para satisfacer ambos equipos. La información de flujos fueron obtenidos de documentos proporcionados por GREEN-ER.



Diagramas de componentes y flujos

Pérdidas por Fricción.

Las pérdidas están proporcionadas en función de los diámetros seleccionados y se calcularon de acuerdo a los flujos requeridos por lo equipos, la presión requerida de cada uno para operar además de las caídas de presión. De acuerdo con la norma "NFPA 14. STANDARD FOR THE INSTALLATIONS OF STANDPIPE AND HOSE SYSTEMS", las pérdidas por fricción del sistema fueron calculadas mediante la ecuación Hazen-Williams.

$$hf = 10.67 * \left(\frac{Q_{\left(\frac{m^3}{s}\right)}}{C} \right)^{1.852} * \frac{L_{(m)}}{D_{(m)}^{4.87}}$$

Dónde:

hf = la perdidas por friccion mca

Q = caudal

C = constante de perdidas del material a utilizar

L = longitud

D = diametro

La constante C para las pérdidas es 120 ya que el material que se utilizó para el cálculo es acero negro.

A continuación se enlistaran las tablas de las cuales se tomaron como referencia para el cálculo de las pérdidas.

Longitudes equivalentes.

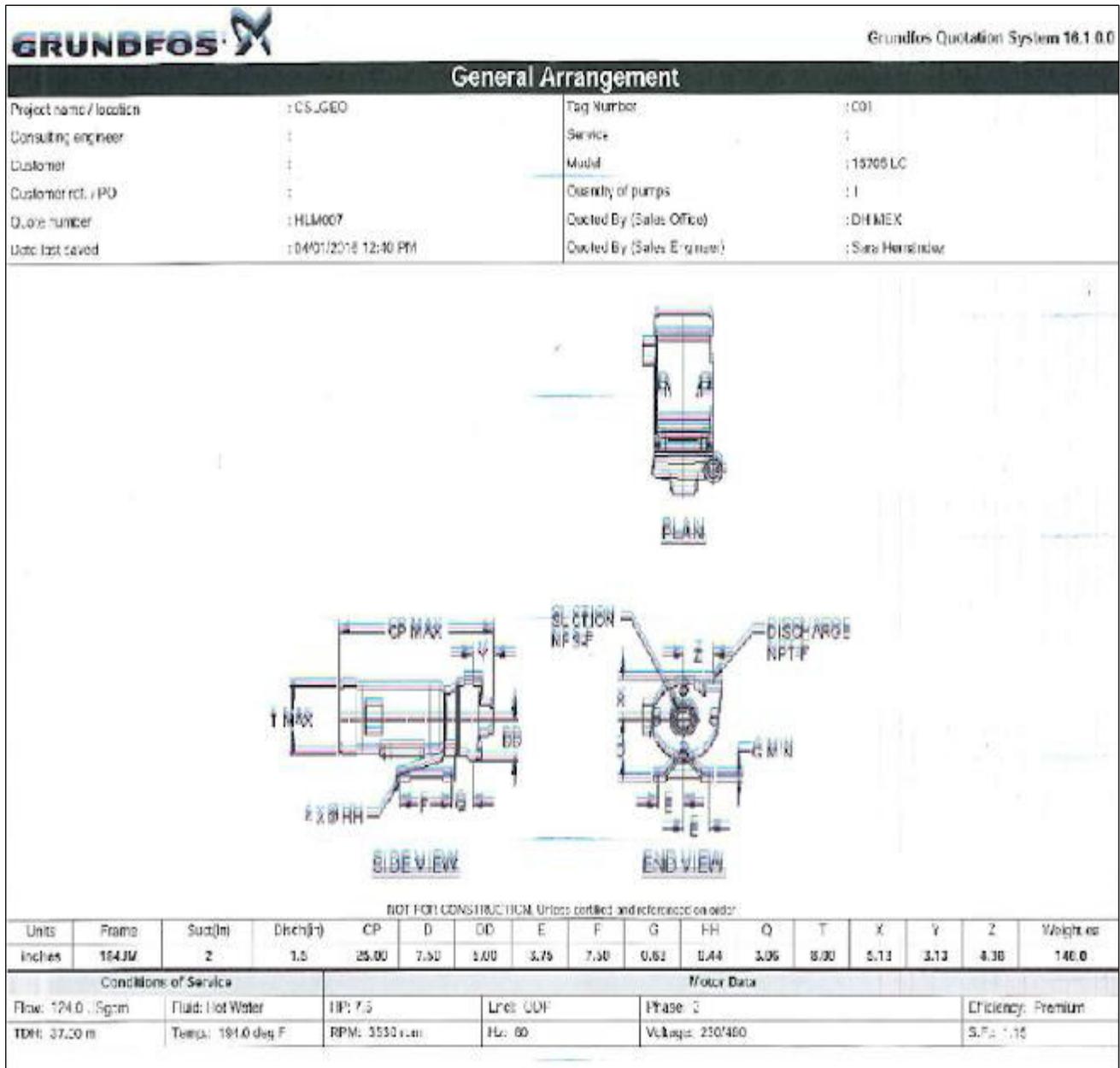
LONGITUDES EQUIVALENTES A PÉRDIDAS LOCALIZADAS																					
[EN METROS DE TUBERÍA ESTÁNDAR]																					
PÉRDIDAS										LOCALIZADAS											
DIÁMETRO D	CODO			CURVA			ENTRADA NORMAL	ENTRADA DE FONDA	VALVULA DE COMPLETA ABIERTA	VALVULA DE GIRO ABIERTA	VALVULA DE ANGULO ABIERTA	TEL DE PASO DIRECTO	TEL DE PASO DE LADO	TEL DE LLA TRIANGUL	VALVULA DE PIF CON CULADERA	SALIDA DE TUBERIA	VALVULA DE EFICIENCIA				
	90°	90°	60°	45°	90° $\frac{R}{D} = \frac{1}{2}$	90° $\frac{R}{D} = \frac{1}{3}$											90° $\frac{R}{D} = \frac{1}{4}$	TIPO LIVANO	TIPO PESADO		
FIN	FIN	RADIO LARGO	RADIO MEDIO	RADIO CORTO																	
13	$\frac{1}{2}$	0.3	0.4	0.5	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.4	0.1	4.0	2.6	0.2	1.0	1.0	3.6	0.4	1.1	1.1	
14	$\frac{3}{4}$	0.4	0.6	0.7	0.3	0.3	0.4	0.3	0.3	0.5	0.1	5.7	3.6	0.4	1.4	1.4	5.6	0.5	1.6	1.4	
25	1	0.5	0.7	0.8	0.4	0.3	0.5	0.3	0.3	0.7	0.2	8.7	4.6	0.4	1.7	1.7	7.3	0.7	2.1	1.9	
32	$1\frac{1}{4}$	0.7	0.9	1.1	0.5	0.4	0.6	0.3	0.4	0.9	0.2	11.3	5.6	0.7	2.3	2.3	10.0	0.9	2.7	2.0	
38	$1\frac{1}{2}$	0.9	1.1	1.3	0.6	0.5	0.7	0.3	0.5	1.0	0.3	13.4	6.7	0.7	2.6	2.6	11.6	1.0	3.2	2.3	
50	2	1.1	1.4	1.7	0.8	0.6	0.9	0.4	0.7	1.5	0.4	17.4	8.5	1.1	3.5	3.5	14.0	1.5	4.2	3.4	
75	$2\frac{1}{2}$	1.3	1.7	2.0	0.9	0.8	1.0	0.5	0.9	1.9	0.4	21.0	10.0	1.1	4.1	4.1	17.0	1.9	5.7	4.1	
75	3	1.6	2.1	2.5	1.2	1.0	1.3	0.6	1.1	2.2	0.5	26.0	13.0	1.6	5.2	5.2	20.0	2.2	6.3	5.7	
100	4	2.1	2.6	3.4	1.5	1.1	1.6	0.7	1.6	3.7	0.7	34.0	17.0	2.1	6.7	6.7	23.0	3.7	6.4	17.9	
125	5	2.7	3.7	4.2	1.9	1.6	2.1	0.9	2.0	4.0	0.9	43.0	21.0	2.7	8.4	8.4	30.0	4.0	10.4	16.1	
150	6	3.4	4.5	4.9	2.3	1.9	2.5	1.1	2.5	5.0	1.1	51.0	26.0	3.4	10.0	10.0	34.0	5.0	12.5	19.1	
200	8	4.3	5.5	6.4	3.0	2.4	3.3	1.5	3.5	6.0	1.4	67.0	34.0	4.3	13.0	13.0	42.0	6.0	16.0	25.0	
250	10	5.5	6.7	7.9	3.8	3.0	4.1	1.8	4.5	7.5	1.7	85.0	43.0	5.5	16.0	16.0	55.0	7.5	20.0	37.0	
300	12	6.1	7.9	9.5	4.6	3.6	4.8	2.2	5.5	9.0	2.1	102.0	51.0	6.1	19.0	19.0	78.0	9.0	24.0	38.0	
350	14	7.3	9.5	10.3	5.3	4.4	5.4	2.5	6.2	11.0	2.4	120.0	60.0	7.3	22.0	22.0	90.0	11.0	28.0	45.0	

Diámetro Real de la Tubería

Diámetro Nominal NPS DN		Diámetro Exterior Real		Espesor de Pared		Identificación		Peso del Tubo		ASTM A53 PRESION DE PERDIDA					
Pulgadas In.		Milímetros mm.		Pulgadas In.		Milímetros mm.		Vozes Clase		Lbs/ft Kg/m		Grado A		Grado B	
												psi		N/mm ²	
1/2	15	3440	11.3	0.109	2.72	STD	40	5.35	1.27	700	49	700	49		
				0.147	3.72	XS	80	1.02	1.62	350	60	350	60		
3/8	25	1390	26.7	0.113	2.87	STD	40	1.13	1.69	700	49	700	49		
				0.154	3.91	XS	80	1.47	2.30	350	60	350	60		
1	25	1315	33.0	0.133	3.38	STD	40	1.36	2.50	700	49	700	49		
				0.179	4.55	XS	80	2.17	3.24	350	60	350	60		
1-1/4	32	1650	41.7	0.148	3.76	STD	40	2.27	3.39	1200	83	1200	83		
				0.191	4.85	XS	80	3.00	4.47	600	127	600	127		
1-1/2	40	1930	51.2	0.163	4.16	STD	40	2.77	4.01	1700	84	1700	84		
				0.208	5.28	XS	80	3.63	5.41	850	137	850	137		
2	50	2375	60.3	0.174	4.41	STD	40	3.35	5.44	2300	102	2300	102		
				0.218	5.54	XS	80	4.02	7.48	1150	170	1150	170		
2-1/2	65	2875	71	0.203	5.16	STD	40	5.73	8.63	2500	176	2500	176		
				0.276	7.03	XS	80	7.65	11.41	1250	176	1250	176		
				0.375	9.52		160			2500	176	2500	176		
				0.512	13.02	XXS				2500	176	2500	176		
3	80	3530	88.9	0.173	4.38		-	4.31	6.77	1700	91	1700	103		
				0.176	4.46		-	5.57	8.79	1600	117	1600	131		
				0.188	4.78		-	1.35	2.02	1950	126	2200	126		
				0.218	5.49	STD	40	7.38	11.25	2250	126	2500	126		
				0.270	6.85		-	3.35	5.02	2500	126	2700	126		
				0.281	7.14		-	3.55	5.40	2300	126	2500	126		
4	100	4530	114.3	0.125	3.18		-	5.81	8.71	1000	70	1170	82		
				0.156	3.96		-	7.21	10.79	1250	81	1400	103		
				0.188	4.78		-	8.55	12.61	1500	105	1750	123		
				0.219	5.56		-	10.01	14.61	1750	123	2100	143		
				0.257	6.52	STD	40	10.79	16.07	1900	134	2210	155		
				0.270	6.85		-	11.35	16.60	2000	141	2350	161		
				0.281	7.14		-	12.66	18.87	2250	158	2720	181		
				0.312	7.92		-	13.95	20.79	2500	176	2800	197		
				0.357	9.06	XS	80	14.91	22.31	2700	197	2800	197		
				0.434	11.13		120	19.00	28.31	2400	197	2800	197		
5	125	5500	141.9	0.251	6.35		160	22.51	33.54	2400	197	2800	197		
				0.674	17.12	XXS	-	27.54	41.03	2400	197	2800	197		
				0.188	4.78		-	10.79	16.05	1550	86	1450	100		
				0.219	5.56		-	12.50	18.61	1820	100	1650	116		
				0.250	6.35	STD	40	14.62	21.77	1670	117	1550	127		
				0.281	7.14		-	15.85	23.62	1820	126	2120	148		
6	150	5625	168.3	0.312	7.92		-	17.50	26.05	2020	142	2700	166		
				0.354	9.01		-	19.17	28.47	2250	157	2900	182		
				0.375	9.52	XS	80	20.78	30.94	2430	171	2900	197		
				0.188	4.78		-	12.92	19.27	1020	72	1150	84		
				0.219	5.56		-	14.98	22.21	1190	84	1250	91		
				0.250	6.35		-	17.02	25.26	1360	96	1510	111		
				0.280	7.11	STD	40	18.97	28.26	1520	107	1700	125		
				0.312	7.92		-	21.04	31.32	1700	120	1810	138		
				0.344	8.74		-	23.08	34.25	1870	134	2100	157		
				0.375	9.52		-	25.02	37.28	2060	147	2300	167		
8	200	5115	219.1	0.437	11.07	XS	80	28.77	42.56	2130	167	2700	193		
				0.562	14.27		120	36.78	54.20	2400	197	2900	197		
				0.719	18.25		160	45.75	67.50	2400	197	2900	197		
				0.864	21.95	XXS	-	53.66	78.77	2400	197	2900	197		

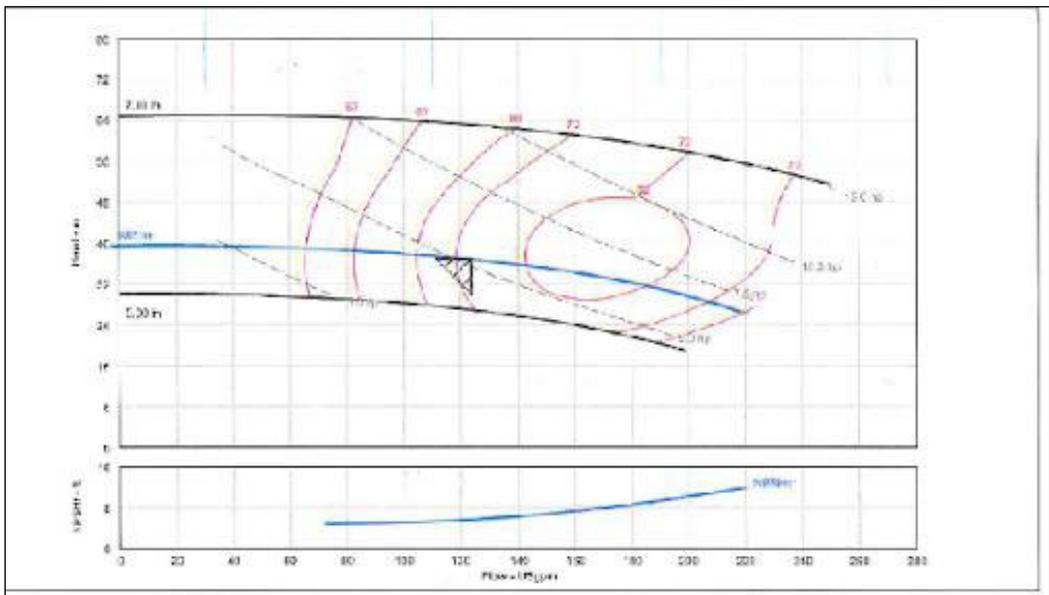
Equipo de Bombeo Seleccionado.

Equipo de bombeo de velocidad variable y presión constante marca GRUNDFOS modelo 15705 LC



Pump Performance Datasheet

Project name / location	: CS_GEO	Tag Number	: 001
Consulting engineer	:	Service	:
Customer	:	Model	: 15105 LC
Customer tel. / PU	:	Quantity	: 1
Quote number	: H16007	Quoted By (Sales Office)	: CHIMFY
Date last saved	: 04/01/2015 12:40 PM	Quoted By (Sales Engineer)	: Sara Hernández
Operating Conditions		Liquid	
Flow, rated	: 124.0 USgpm	Liquid type	: Hot Water
Differential head / pressure, rated (requested)	: 27.00 m	Additional liquid description	:
Differential head / pressure, rated (actual)	: 26.94 m	Solids diameter, max	: 0.00 in
Suction pressure, rated / max	: 0.00 / 0.00 psig	Solids concentration, by volume	: 0.00 %
NPS-A available, rated	: Adequate	Temperature, max	: 199.0 deg F
Frequency	: 60 Hz	Liquid density, rated / max	: 0.927 / 0.927 SG
Performance		Viscosity, rated	: 0.32 cP
Speed, rated	: 3530 rpm	Vapor pressure, rated	: 10.22 psia
Impeller diameter, rated	: 5.61 in	Material	
Impeller diameter, maximum	: 7.10 in	Material selected	: Cast Iron
Impeller diameter, minimum	: 2.00 in	Pressure, Head	
Efficiency	: 70.45 %	Maximum working pressure	: 54.36 psig
NPSH required / margin required	: 5.55 / 0.00 ft	Maximum allowable working pressure	: 166.2 psig
ng (imp. eye flow) / S (mp. eye flow)	: 19 / 175 Mault Units	Maximum allowable suction pressure	: 170.0 psig
MCSF	: 22.02 USgpm	Hydrostatic test pressure	: 265.0 psig
Head, max theor., rated diameter	: 29.57 m	Drive & Pump Data	
Head rise to shut-off	: 5.75 %	Motor sizing specification	: Max power (non-overloading)
Flow, best eff. point	: 160.0 USgpm	Margin specification	: 0.00 %
Flow ratio, rated / BEP	: 77.50 %	Service factor	: 1.00
Diameter ratio (rated / max)	: 79.01 %	Power, hydraulic	: 3.67 hp
Head ratio (rated dia / max dia)	: 58.55 %	Rated power (based on duty point)	: 5.21 hp
C _q /C _q C _h /C _h / ANSI-H 9.8 / 20' 0"	: 1.00 / 1.00 / 1.00 / 1.00	Max power (incl. overloading)	: 6.91 hp
Selection status	: Acceptable	Nameplate motor rating	: 7.50 hp / 5.50 kW



Sistema de Agua de Refrigeración

Los gastos en las diferentes redes de agua se determinan dependiendo del flujo nominal de cada equipo, y en esta línea existe un sistema de bypass en cada equipo, tanto para el mantenimiento como para las pruebas operativas.

El circuito está conformado por la torre de enfriamiento REYMSA (modelo HRFG 812115), 2 bombas de agua, Chiller modelo 5G 1C C, un equipo ORC ENO-40LT, un intercambiador de calor modelo S19A-IG10-28-TM-STEAM.

Torre de Enfriamiento Reymsa

REYMSA	
DATOS TÉCNICOS	
INFORMACIÓN GENERAL DEL EQUIPO	
FLUJO DE AGUA REQUERIDO	240 GPM
TEMPERATURA DE ENTRADA	88.6 °F
TEMPERATURA DE SALIDA	77 °F
TEMPERATURA DE BULBO HÚMEDO	68 °F
LUGAR DE OPERACIÓN	
MODELO HRFG 812115	
ESPECIFICACIONES GENERALES POR EQUIPO	
NÚMERO DE UNIDADES	01
ANCHO FICHA (CMS)	969
ANCHO TOTAL	241
ALTURA	197
PESO DE EMBARQUE (KG)	1,830
PESO DE OPERACIÓN (KG)	4,529
TUBERÍA DE ENTRADA DE AGUA CALIENTE (PULG)	1 DE 8"
TUBERÍA DE SALIDA DE AGUA FRÍA (PULG)	1 DE 8"
REFRINA (PULG/COPLE)	1 DE 2"
ALIMENTACIÓN DE AGUA (COPLE)	2 DE 1"
DRENAJE (COPLE)	1 DE 2"
PURGA (COPLE)	1 DE 3/2"
VOLUMEN DE AGUA EN LA CISTERNA (LTS)	2,380
EQUIPO MECÁNICO	
NÚMERO DE RODEROS	1
DIÁMETRO DE RODEROS (CMS)	185
NÚMERO DE ASPAS POR RODEROS	4
MATERIAL DE CONSTR. EN RODEROS	FIBRA DE VIDRIO CON RESINA DE POLIURETANO
NÚMERO DE MOTORES	1
T.P.	15
R.P.M.	950
CARACTERÍSTICAS DEL MOTOR	TCCV 250V/60 W/TS 3 FASES 50 HZ., F.S = 1.15 SEVERE DUTY, MARINE DUTY, INVERTER DUTY RATED
ACOPLAMIENTO DE RODEROS A MOTORES	DIRECTO
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	
1 CUBIERTO	
TEJIDO DE FIBRA DE VIDRIO	PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO DE GRUESO ESPESOR
CUBIERTAS LATERALES	PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO
TAPAS SUPERIORES	PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO
GRANDEZAL DE LAS PLAS	1" V.C. FIBRAULIUM
ESPRESAS	PLÁSTICO ABS
TIPO DE RELLENO	DE P.V.C. TERMO-CHAMADO, 03 CAPAS DE 1/2" DE CRESTA DE ALTA EFICIENCIA
ELIMINADOR DE RUIDO	DE P.V.C. TERMO-CHAMADO, 01 CAPA DE 1/2" DE CRESTA DE ALTA EFICIENCIA
ACABADO EXTERIOR	GEL COAT ESPECIAL PARA DAR DUREZA Y PROTECCIÓN CONTRA RAYOS UV
2 CISTERNA	
CAJA COLECTORA DE AGUA	DE PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO DE GRUESO ESPESOR
3 VENTILADORES	
CILINDRO DEL VENTILADOR	PLÁSTICO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO DE GRUESO ESPESOR
ACOPLAMIENTO DEL RODERO A MOTOR	DIRECTO
MALLA DE PROTECCIÓN PARA VENTILADOR	ACERO GALVANIZADO PINTADO CON PINTURA DE PVC
ACABADO EXTERIOR	GEL COAT ESPECIAL PARA DAR DUREZA Y PROTECCIÓN CONTRA RAYOS UV
4 TORNILLOS	
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN	ACERO INOXIDABLE

Velocidades de Flujo

VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA DE REFRIGERACION (CHILLER)				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
52	0.01444444	0.1	0.007854	1.839119486

VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA DE REFRIGERACION (ORC)				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
80	0.0221	0.1	0.007854	2.813852814

Pérdidas de Carga por Fricción.

La pérdida de carga total por fricción en una línea de tubería es la suma de las pérdidas de la trayectoria del flujo, más las pérdidas de carga menores tales como las conexiones, válvulas y accesorios. Como ya se mencionó anteriormente las pérdidas fueron calculadas de acuerdo a la fórmula Hazen-Williams.

Selección de Bombas

Bomba para Alimentar la Máquina de Absorción

Para la selección de las bombas se consideraron los flujos que requieren los equipos para su ciclo de refrigeración.

Para el cálculo de la bomba que alimentará a la máquina de absorción se utilizó un caudal de 228 gpm que es el flujo que requiere el equipo a una presión requerida de 1 kg/cm², además se consideró la caída de presión de dicho equipo, a esta caída de presión se le sumaron las pérdidas por fricción en la tubería.

CAIDA DE PRESION CHILLER		
pm		bar/m
Lt	0	m
p	0.421569	bar
p	4.3	mca
p	6.1146	psi

Pperdidas (psi)	PREQUERIDA(psi)	PTOTAL (PSI)
18.9731772	14.2	33.1731772

Potencia Requerida para la Operación de la Bomba

De acuerdo a las tablas anteriores, la presión requerida para operar la máquina de absorción resulta en un total de 33.1731 psi, esta presión es la que se considera para el cálculo de la potencia de la bomba.

$$HP = \frac{Q_{m^3/h} * P_T (mca)}{274}$$

$$HP = \frac{52 * 23.3285}{274}$$

$$HP_{hidraulico} = 4.4143$$

Por lo cual la bomba será de 4.4143 hp.

Bomba para Alimentar al ORC

Para el cálculo de la bomba que alimentará al ORC se utilizó un caudal de 350 gpm que es el flujo que requiere el equipo a una presión requerida de 1 kg/cm², además se consideró la caída de presión de dicho equipo, a esta caída de presión se le sumaron las pérdidas por fricción en la tubería.

CAIDA DE PRESION INTERCAMBIADOR			CAIDA DE PRESION ORC		
pm		bar/m	pm		bar/m
Lt	0.00	m	Lt	0.00	m
p	0.57	bar	p	0.421568627	bar
p	5.814	mca	p	4.3	mca
p	8.267508	psi	p	6.1146	psi

Pperdidas	PREQUERIDA	PTOTAL (PSI)
27.20286	14.2	41.40286

Potencia Requerida para la Operación de la Bomba

De acuerdo a las tablas anteriores la presión requerida para operar la máquina de absorción da un total de 40.52700 psi, esta presión es la que se considera para el cálculo de la potencia de la bomba.

$$HP = \frac{Q_{m^3/h} * P_T (mca)}{274}$$

$$HP = \frac{80 * 29.1159}{274}$$

$$HP_{hidraulico} = 8.4573$$

Por lo cual la bomba será de 8.4573 hp.

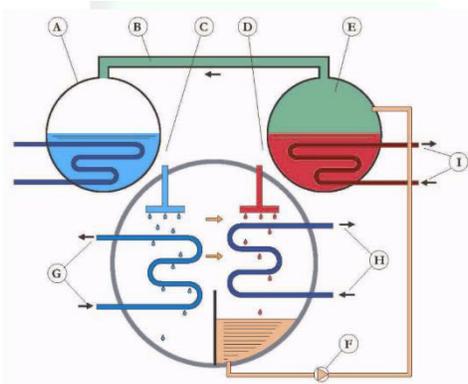
Equipo de Absorción LiBr-H₂O

El ciclo termodinámico de enfriamiento por absorción, al igual que el de compresión, se basa en la necesidad de obtener calor que tiene el fluido usado como refrigerante para poder cambiar del estado líquido al de vapor cuando se le hace pasar de una presión a otra más baja. En los equipos de refrigeración, el fluido en estado líquido se encuentra a más alta presión en el condensador y se le hace fluir al evaporador a baja presión donde obtiene de su entorno el calor necesario para poder evaporarse. Este refrigerante en estado vapor se devuelve a alta presión al condensador donde se le sustrae el calor que ha obtenido volviendo al estado líquido para empezar de nuevo el ciclo. Con ello se ha alcanzado el objetivo de enfriar un espacio, el evaporador, sacándole calor para disiparlo en otro, el condensador.

Mientras que en el ciclo de compresión, la circulación del fluido y el efecto de la presión se obtiene con un compresor mecánico, en el ciclo de absorción se logra cuando el refrigerante está mezclado con otro fluido denominado absorbente, del cual se separa, y cuya función es absorber el vapor refrigerante en la zona de baja presión para poder devolverlo en forma líquida al generador.

Ciclo de Absorción con Bromuro de Litio- Agua

Para explicar el funcionamiento seguiremos el esquema que aparece a la izquierda. Empezamos en el generador (E) que está situado en la parte superior derecha del gráfico, donde la solución acuosa contiene un 52% de LiBr, siendo la temperatura nominal de entrada del agua caliente de 90,6 °C y la de salida de 85 °C (I), mientras que la presión interior absoluta es de 8 kPa. Como efecto del calor aportado a dicha presión ambiente, el agua de la solución entra en ebullición y el vapor formado (B) se encamina hacia el recipiente contiguo que es el condensador (A). Debido a esta separación de vapor, la solución restante se concentra hasta un 56 % de LiBr (D) dirigiéndose en estas condiciones hacia el intercambiador de calor. Mientras, en el condensador, el vapor de agua es enfriado hasta 36 °C gracias al circuito de agua procedente, por ejemplo, de una torre de enfriamiento (H) y que entra a la máquina a una temperatura de 29,5 °C, condensando el vapor y convirtiéndolo en agua. Esta agua (C) es introducida en el evaporador donde se mantiene una presión absoluta de 0,8 kPa por lo que se evapora



adquiriendo el calor necesario para el circuito de agua a refrigerar rebajando su temperatura a 7 °C suponiendo que ha entrado de la instalación a una temperatura de 12 °C (G). Al mismo tiempo, la solución concentrada al 56 % de LiBr procedente del generador fluye en el absorbedor que comparte espacio y presión con el evaporador, siendo el vapor de agua del mismo absorbido por el LiBr debido a su afinidad con el agua.

Ello permite eliminar el vapor de agua a medida que se produce y continúa manteniendo la presión de 0,9 kPa en el espacio compartido por el evaporador y el absorbedor. El fenómeno de la absorción produce calor que a su vez es eliminado por el mismo circuito de enfriamiento antes de dirigirse al condensador. Finalmente, la solución diluida al 52 % de LiBr por la absorción del vapor, vuelve al generador para reiniciar el proceso (F), pasando previamente por un intercambiador de calor que permite aumentar el rendimiento del ciclo.

Para nuestro caso el equipo de Absorción BrLi-H₂O es de la marca THERMAX modelo 5G 1C C y a continuación se hace una descripción de las dimensiones y conexiones de dicho equipo, como puede observarse en las imágenes el equipo, puede trabajar a una presión máxima de 8 kg/cm², pero para nuestro caso la presión requerida será de 1 kg/cm² a un flujo de 52 m³/hr para el agua de refrigeración, mientras que el flujo de agua caliente será 21.9 m³/hr y el flujo de agua fría será de 21.6 m³/hr. Las temperaturas de entrada del agua de refrigeración serán de 25 °C y la de la salida será de 32 °C.



TECHNICAL SPECIFICATIONS : VAPOUR ABSORPTION CHILLER

Client	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo	Version	4.2.0.0
Enquiry No.	T/NR/01/16/T/R0	Date	1/27/2016, 0:23 AM
Project	Morelia, Michoacán, Mexico	Model	5G-1C-C

Description	Unit	
Capacity (± 3 %) :	TR	50.0

A Chilled Water Circuit :		
1. Chilled water flow	m³/hr	21.6
2. Chilled water inlet temperature	°C	12.0
3. Chilled water outlet temperature	°C	5.0
4. Evaporator passes	No.	4
5. Chilled water circuit pressure loss	mLC	1.7
6. Chilled water Connection diameter	DN	80
7. Glycol type		NA
8. Chilled water glycol %	%	0.0
9. Chilled water fouling factor	m² hr °C/kcal	Standard
10. Maximum working pressure	kg/cm²(g)	8

B Cooling Water Circuit:		
1. Cooling water flow	m³/hr	52.0
2. Cooling water inlet temperature	°C	25.0
3. Cooling water outlet temperature	°C	32.0
4. Absorber / Condenser passes	No.	4/2
5. Cooling water circuit pressure loss	mLC	4.3
6. Cooling water connection diameter	DN	100
7. Glycol type		NA
8. Cooling water glycol %	%	0.0
9. Cooling water fouling factor	m² hr °C/kcal	Standard
10. Maximum working pressure	kg/cm²(g)	8



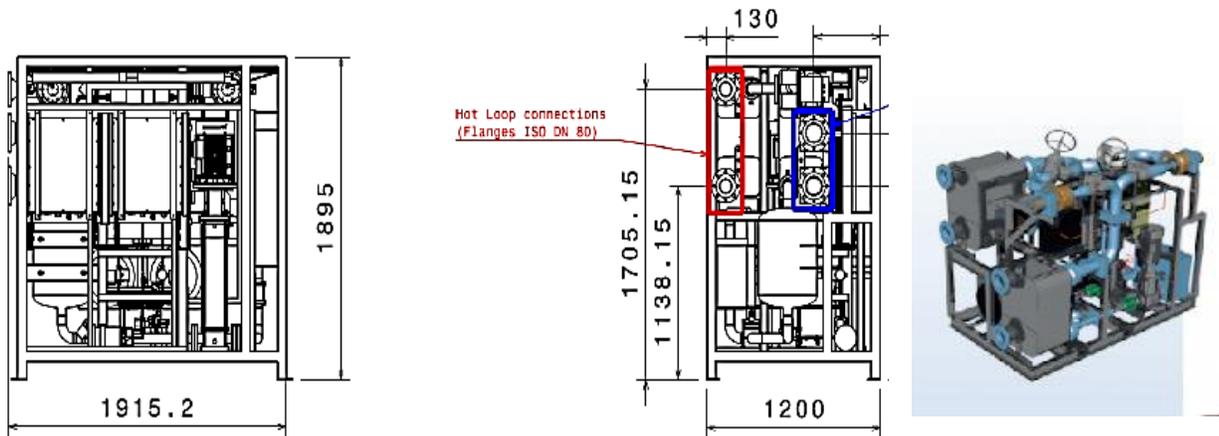
C Hot Water Circuit :		
1. Hot water flow (± 3 %)	m³/hr	21.9
2. Hot water inlet temperature	°C	95.0
3. Hot water outlet temperature	°C	85.0
4. Generator passes	No.	4
5. Hot water circuit pressure loss	mLC	1.0
6. Hot water connection diameter	DN	80
7. Glycol Type		NA
8. Hot water glycol %	%	0.0
9. Hot water fouling factor	m² hr °C/kcal	Standard
10. Maximum working pressure	kg/cm²(g)	8

D Electrical Data :		
1. Power supply		415 V ± 10%, 50 Hz ± 5%, 3 Phase+N
2. Power consumption	kVA	5.1
3. Absorbent pump rating	kW (A)	1.1 (3.4)
4. Refrigerant pump rating	kW (A)	0.1 (0.6)
5. Vacuum pump rating	kW (A)	0.75 (1.8)

E Physical Data :		
1. Length	mm	2535
2. Width	mm	1635
3. Height	mm	2200
4. Operating weight	ton	4.20
5. Flooded weight	ton	5.60
6. Dry weight	ton	3.40
7. Shipping Weight	ton	3.80
8. Tube cleaning space	mm	2110

F Tube Metallurgy :		
1. Evaporator tube material		Copper
2. Absorber tube material		Copper
3. Condenser tube material		Copper
4. Generator tube material		SS 430Ti

G Low Temperature Heat exchanger Type		Standard
--	--	----------



EQUIPO DE PRODUCCIÓN DE POTENCIA DE BAJA ENTALPÍA

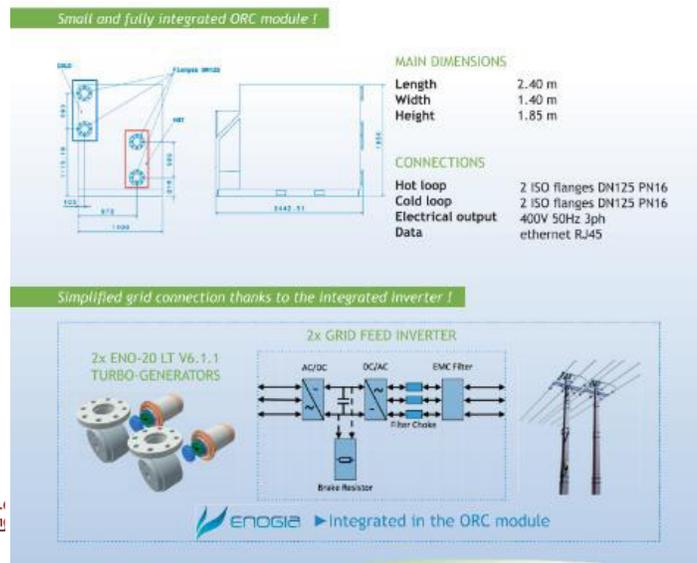
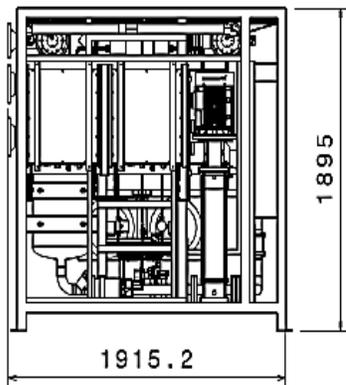
Ciclo Orgánico Rankine (ORC) es una tecnología comercial para la producción de energía eléctrica partir de fuentes de energía de medio/bajo nivel de temperatura. Además, se puede aprovechar el calor de condensación para aplicaciones como climatización, agua caliente sanitaria, etc, o en nuestro caso el agua caliente proveniente de una caldera o un pozo geotérmico, se utilizará para la deshidratación de jitomate o bien para operar un CHILLER, al finalizar, el agua caliente llega a una cámara de mezclado.

La tecnología del ciclo orgánico Rankine encuentra entre sus aplicaciones el aprovechamiento de energía solar, energía geotérmica de baja temperatura, energía obtenida a partir de biomasa y la recuperación de calor residual. Para nuestro caso, la fuente de calor será la energía geotérmica.

La energía se produce mediante sistemas binarios en los cuales el ciclo térmico transmite energía por medio de un intercambiador de calor a otro ciclo que acciona la turbina y esta a su vez el generador.

Para nuestro proyecto el ORC seleccionado es el ENO-40 LT 40kW, cuyas dimensiones y conexiones se describen a continuación:

Dimensiones	
Longitud	2.40 m
Ancho	1.40 m
Altura	1.85 m
Conexiones	
Agua caliente	2 iso flanges DN125 PN16
Agua fría	2 iso flanges DN125 PN16
Salida eléctrica	400V 50 Hz 3ph



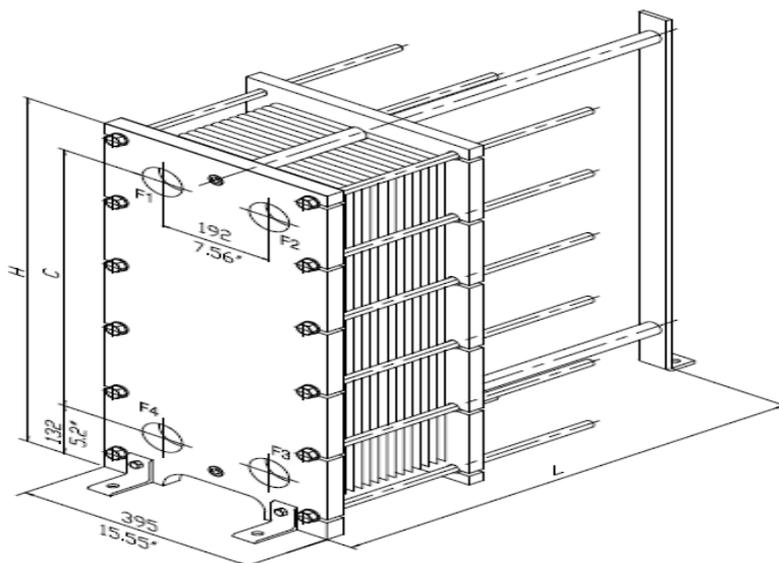
Sistema de Agua Fría

Los gastos en las diferentes redes de agua se determinan dependiendo del flujo nominal de cada equipo, y en esta línea existe un sistema de bypass en cada equipo, tanto para el mantenimiento como para la operación.

El circuito está conformado por una bomba de agua, un Chiller, un intercambiador de placas (Sondex) y una cámara de refrigeración para alimentos de media temperatura.

A continuación se hace una pequeña descripción de las condiciones de operación así como sus dimensiones y conexiones del intercambiador de calor que se utilizará en el sistema de agua fría.

PHE-Modelo	S19A-IG10-28-TM-STEAM		
Flujo	{kg/h} / {kg/h}	1785.02	27468.00
Temperatura de Entrada	{°C}	130.00	86.20
	{°C}	130.00 (124)	120.00
Caida de Presión / velocity	{bar}	0.32 / 97.16	0.57
Calor Intercambiado	{kW}	1088	
Propiedades Termodinámicas			
		Steam	Water
Densidad	{kg/m ³ }		957.58
Calor Específico	{kJ/kg*K}		4.22
Conductividad Térmica	{W/m*K}		0.68
	{mPa*s}		0.31
	{mPa*s}		0.31
		F1	F3
		F4	F2
Diseño del Marco/placas:			
		1 x 13 + 0 x 0	
		1 x 14 + 0 x 0	
Numero de Placas		28	
Superficie Efectiva de Calor	{m ² }	5.79	
	{W/m ² *K}	8,211.71	8,453.74
Material de la Placa		0.5 mm TITAN	
Material del Empaque/ Max. Te		EPDM HT HANG ON (H) / 140	
Temperatura Maxima de Diseño	{°C}	230.00	
Presion Max. de Trabajo	{bar}	10.34	13.44
	{bar}	10.34	
Volumen del Líquido	{liter}	16	
Longitud del Marco	{mm}	438	58
Peso Neto	{kg}	196	
Tipo de Marco		IG	
Conexiones de Lado Caliente : 2.5 INCH Flange cl. Titan ANSI B16.5 #150			
Conexiones de Lado Frio: 2.5 INCH Flange cl. Titan ANSI B16.5 #150			



Velocidades de Flujo

VELOCIDADES DE FLUJO DE AGUA FRIA (CHILLER)				
CAUDAL (M3/hr)	CAUDAL M3/S	DIAMETRO	AREA	VELOCIDAD
21.6	0.006	0.075	0.004418	1.358119005

Pérdidas de Carga por Fricción.

La pérdida de carga total por fricción en una línea de tubería, es la suma de las pérdidas en las tuberías más las pérdidas en conexiones, válvulas y accesorios. Como ya se mencionó anteriormente las pérdidas fueron calculadas de acuerdo a la fórmula Hazen-Williams.

Selección de Bomba

Para la selección de las bombas se consideraron los flujos que requieren los equipos para su ciclo de refrigeración.

Para la selección de la bomba se consideró una presión de 1 kg/cm² para operar los equipos a un flujo de 95.4 GPM que es el flujo que proporciona la máquina de absorción para alimentar la cámara frigorífica y el intercambiador de calor, además se consideró la caída de presión de dichos equipos, a esta caída de presión se le sumaron las pérdidas por fricción en la tubería.

CAIDA DE PRESION INTERCAMBIADOR		
pm		bar/m
Lt	0.00	m
p	0.57	bar
p	5.814	mca
p	8.267508	psi

CAIDA DE PRESION CAMARA		
pm		bar/m
Lt		m
p	0.166667	bar
p	1.7	mca
p	2.4174	psi

Pperdidas	PREQUERIDA	PTOTAL (PSI)
32.80658375	14.2	47.00658375

Potencia Requerida para la Operación de la Bomba

Como puede observarse en las tablas anteriores la suma de todas las pérdidas más la presión requerida para operar los equipos da un total de 47.0065 psi, esta presión es la que se considera para el cálculo de la potencia de la bomba.

$$\begin{aligned} \text{HP} &= \frac{Q_{\text{m}^3/\text{h}} * P_T \text{ (mca)}}{274} \\ \text{HP} &= \frac{22.536 * 33.05667}{274} \\ \text{HP}_{\text{hidraulico}} &= 2.718851 \end{aligned}$$

Por lo cual la bomba será de 3 hp.

Cámara de Refrigeración

Una Cámara de refrigeración es un sistema capaz de generar temperaturas bajas, hasta niveles térmicos tales que permiten la refrigeración de sustancias diversas y masas determinadas de productos. Algunas de las aplicaciones de la cámara son tratamientos frigoríficos, conservación y congelación de productos, etc., para nuestro caso se utilizará para la conservación de productos.

Primeramente el flujo pasará a la cámara frigorífica con una temperatura de 5 °C y posteriormente saldrá a una temperatura de 12 °C para entrar al intercambiador SONDEX y regresar al Chiller. En caso de no utilizar la cámara frigorífica se instalará un Bay pass ya sea para mantenimiento o para redirigir el flujo al intercambiador.

A continuación se hace una breve descripción de la cámara frigorífica y sus componentes:

La cámara de refrigeración es de media temperatura marca CAMMMEX, trabajará a una presión de 1 kg/cm² con flujo de 21.6 m³/hr (95 gpm), la temperatura de entrada a la cámara será de 5 °C, el flujo y la temperatura que se requieren serán proporcionados por una máquina de absorción.

Dimensiones

2.00 m de largo

2.00 m de ancho

2.20 m de alto



Cámara de Refrigeración

La cámara de refrigeración contará con dos paneles desarmables de 2.5" a base de poliuretano inyectado autoextinguible, con una densidad media de 40 kg/m^3 y acabado en lámina pintro blanca poliéster estándar, en muros y plafón para temperaturas de 2°C .

La puerta de acceso de media temperatura es con acabado en lámina pintro color blanca, con marco de $0.80 \times 1.8 \text{ m}$, tipo abatible.

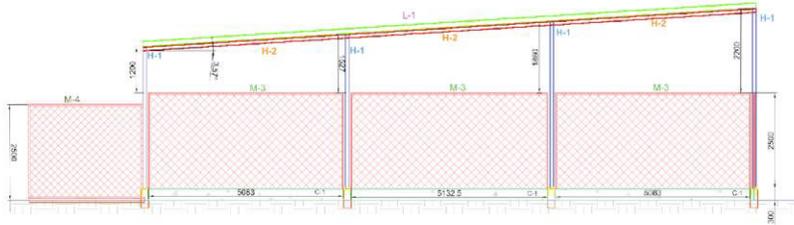
Cortina vinílica tipo hawaina de $0.80 \times 1.80 \text{ m}$ para cámara de refrigeración a base de tiras de 0.20 m de ancho y 2 mm de espesor para temperatura hasta -18°C con hilos de refuerzo, montada en ángulo de aluminio y tornillería galvanizada.

Unidad condensadora equipada para media temperatura Marca Bohn, modelo MBZX-0100-M6C ($3,046 \text{ kcal/h}$ a -3.5°C T.S.S.) de 1 HP, con compresor Copeland para refrigerante R-404a, Conexión eléctrica a $220 \text{ v}/3\text{F}/60\text{Hz}$).

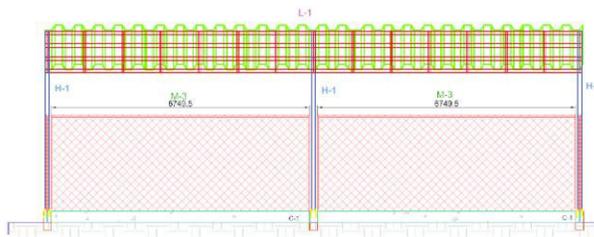
Evaporador para media temperatura Marca Bohn modelo ADT-104-UC ($2,620 \text{ Kcal/h}$ a -3.9°C T.S.S.) con ventanillas en forma de baffle direccionales, acabado en aluminio texturizado de uso pesado. Conexión eléctrica a $115\text{v}/1\text{F}/60\text{Hz}$).

Lote de tubería mecánica, eléctrica, hidráulica hasta 12 m de distancia Incluye: Tubos de cobre tipo "L", válvula solenoide, válvula de expansión, refrigerante R -404a, armaflex, tubería conduit pared delgada y accesorios.

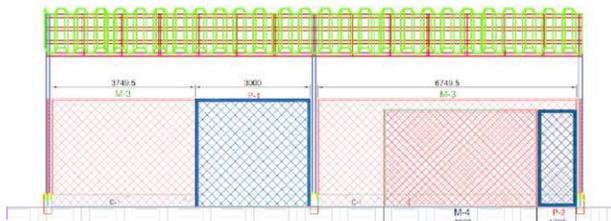
Sistema de iluminación con 1 lámpara LED a prueba de vapor Incluye: apagador con piloto, cableado y tubería pared delgada así como accesorios para su correcta instalación.



ZONA ESTE



ZONA NORTE



ZONA SUR



MALLA CICLÓN M-3, M-4
TELA METÁLICA FABRICADA CON ALAMBRE PULIDO EN FORMA DE ROMBOS CALIBRE 12.5

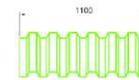


LÁMINA GALVANIZADA ACANALADA L-1
LÁMINA CALIBRE 25 - 1100 x 6000



ENTRADA P-1
PUERTA DE MALLA CICLÓN CON FORMA DE ROMBO Y MARCO DE TUBO 36 mm



ENTRADA TANQUE DE GAS P-2
PUERTA DE MALLA CICLÓN CON FORMA DE ROMBO Y MARCO DE TUBO 36 mm

ORIENTACIÓN

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

NOTAS GENERALES
ACOTACIONES EN MILIMETROS

ABREVIATURAS	
M-1	PUERTA
M-2	PUERTA DE MALLA
M-3	MALLA CICLÓN
M-4	MALLA CICLÓN TANQUE DE GAS
L-1	LÁMINA GALVANIZADA ACANALADA
P-1	PUERTA DE MALLA CICLÓN
P-2	TANQUE DE GAS

VER ESPECIFICACIONES DEL CONCRETO PARA ANGAJE DE HSS EN PLANO EST-SUP-02
LAS DIMENSIONES DE LA VISTA LATERAL C/DERE, SON IGUALES A LAS COTADAS FINALES EN VISTA LATERAL ESTE

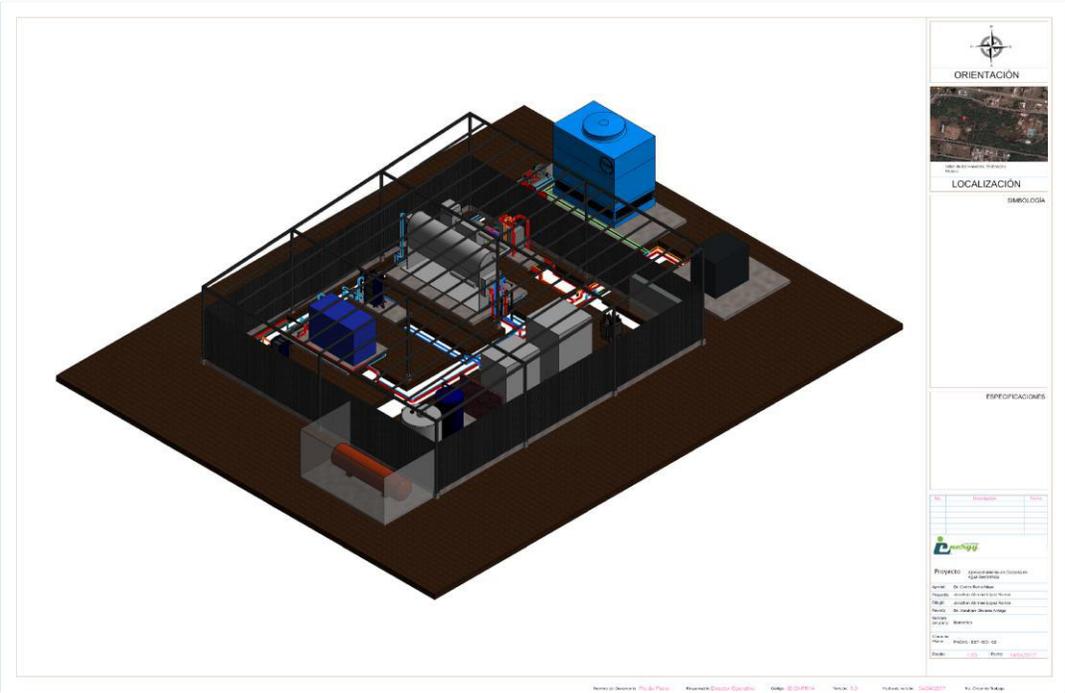
ESPECIFICACIONES

No.	Descripción	Fecha

Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Aprobado: Dr. Carlos Roldán Trujillo
Proyecto: Jonathan Alvarado López-Sánchez
Diseño: Jonathan Alvarado López-Sánchez
Revisado: Dr. Abraham Olivares Arriaga
Nombre del cliente: LATERAL

Clave del Plano: PACAG-EST-ELE-01
Escala: 1:100
Fecha: 14-04-2017



ORIENTACIÓN

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

ESPECIFICACIONES

NO.	DESCRIPCIÓN	NOTA

Proyecto: Ampliación de Instalación Climatización

Cliente: De Cervezas Pilsener

Propietario: S.A. de Cervezas Pilsener

Diseño: S.A. de Ingeniería y Arquitectura

Arquitecto: Dr. José María Domercq Ortega

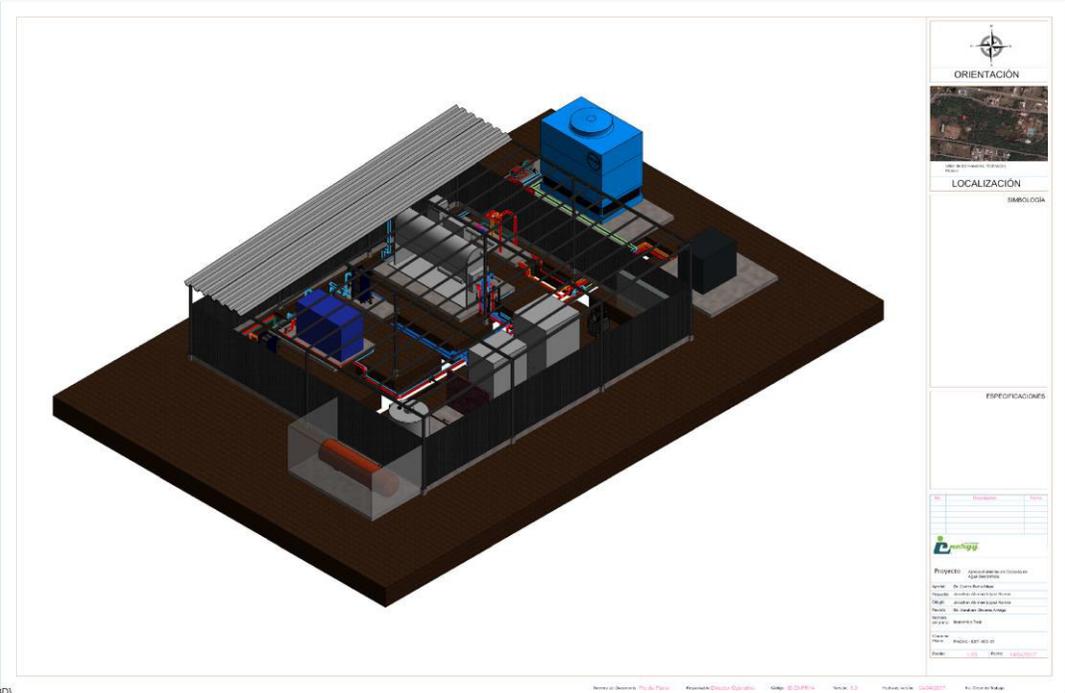
Integrador: S.A. de Ingeniería y Arquitectura

Fecha: 2015

Proyecto: P-1501-15-01

Escala: 1:50 1:100 1:200

1 (3D)



ORIENTACIÓN

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

ESPECIFICACIONES

NO.	DESCRIPCIÓN	NOTA

Proyecto: Ampliación de Instalación Climatización

Cliente: De Cervezas Pilsener

Propietario: S.A. de Cervezas Pilsener

Diseño: S.A. de Ingeniería y Arquitectura

Arquitecto: Dr. José María Domercq Ortega

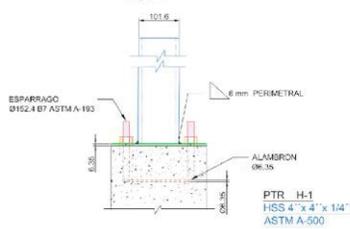
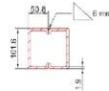
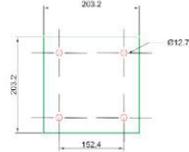
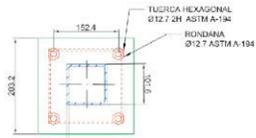
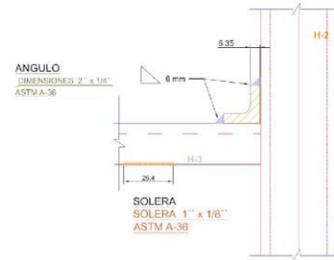
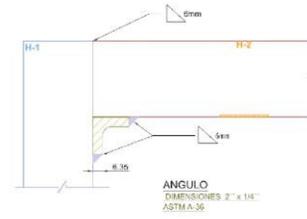
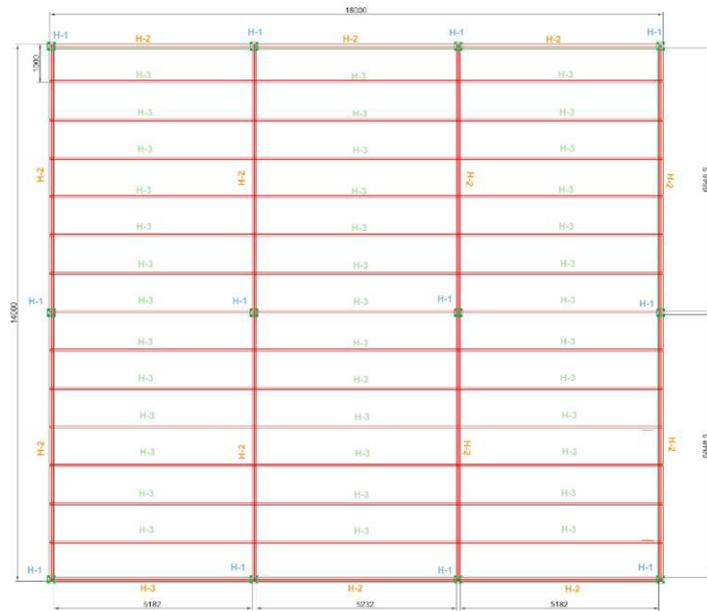
Integrador: S.A. de Ingeniería y Arquitectura

Fecha: 2015

Proyecto: P-1501-15-01

Escala: 1:50 1:100 1:200

1 (3D)





ORIENTACIÓN



LOCALIZACIÓN

ESTADO DE LOS HERIDOS MICHOACÁN, MÉXICO

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

NOTAS GENERALES

ACOTACIONES EN MILIMETROS

Nº	ABREVIATURAS
H-1	SS
H-2	SS
H-3	SS

ESPECIFICACIONES

Nº	Descripción	Fecha



Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Asesor: Dr. Carlos Iván de Hoyos

Proyectista: Jonathan Alvarado López-Sánchez

Diseño: Jonathan Alvarado López-Sánchez

Revisado: Dr. Abraham Olivares Arriaga

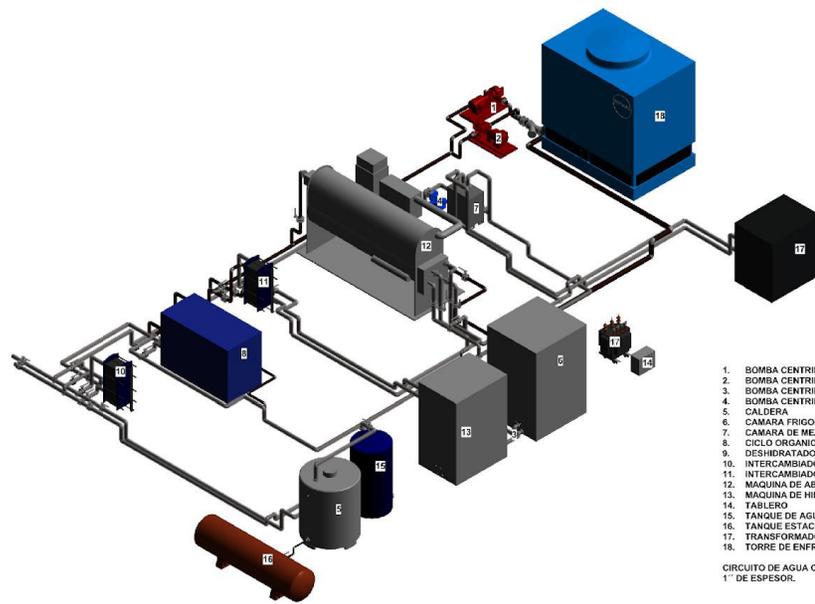
Nombre del cliente:

ESTRUCTURA

Cliente:

País: MICHOACÁN, MÉXICO

Folio: 1/100 Fecha: 14-04-2017



1. BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL TACO, FI-2511 TAMAYO 3" X 2" DE 15 HP, 1800 RPM
2. BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL TACO, FI-2509 TAMAYO 3" X 2" DE 7.5 HP, 1800 RPM
3. BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL TACO, FI-1206 TAMAYO 2" X 1" DE 5 HP, 1800 RPM
4. BOMBA CENTRIFUGA GRUNDFOS, DE 7.5 HP, 3530 RPM, CON UNA SUCCION DE 2 IN Y UNA DESCARGA DE 1.5 IN
5. CALDERA
6. CAMARA FRIGORIFICA
7. CAMARA DE MEZCLADO
8. CICLO ORGANICO RANKINE, ENOGIA'S ENO-40LT ORC SYSTEM FACT SHEET.
9. DESHIDRATADOR
10. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS DHIMEX ALFA LAVA, MODELO, M6-MFG.
11. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS SONDEX, MODELO S19A-IG10-28-TM-STEAM.
12. MAQUINA DE ABSORCION, MODELO SG 1C C.
13. MAQUINA DE HIELO
14. TABLERO
15. TANQUE DE AGUA CALIENTE
16. TANQUE ESTACIONARIO DE GAS L.P. DE 3400 LITROS
17. TRANSFORMADOR
18. TORRE DE ENFRIAMIENTO, MODELO HRF8 812115.

CIRCUITO DE AGUA CALIENTE Y CIRCUITO DE AGUA FRIA CONTIENEN UN AISLANTE TERMICO ARMAFLEX DE 1" DE ESPESOR.

1 {3D}



ORIENTACIÓN



Unidad de los Hornos, Villavieja

Municipio

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

ESPECIFICACIONES

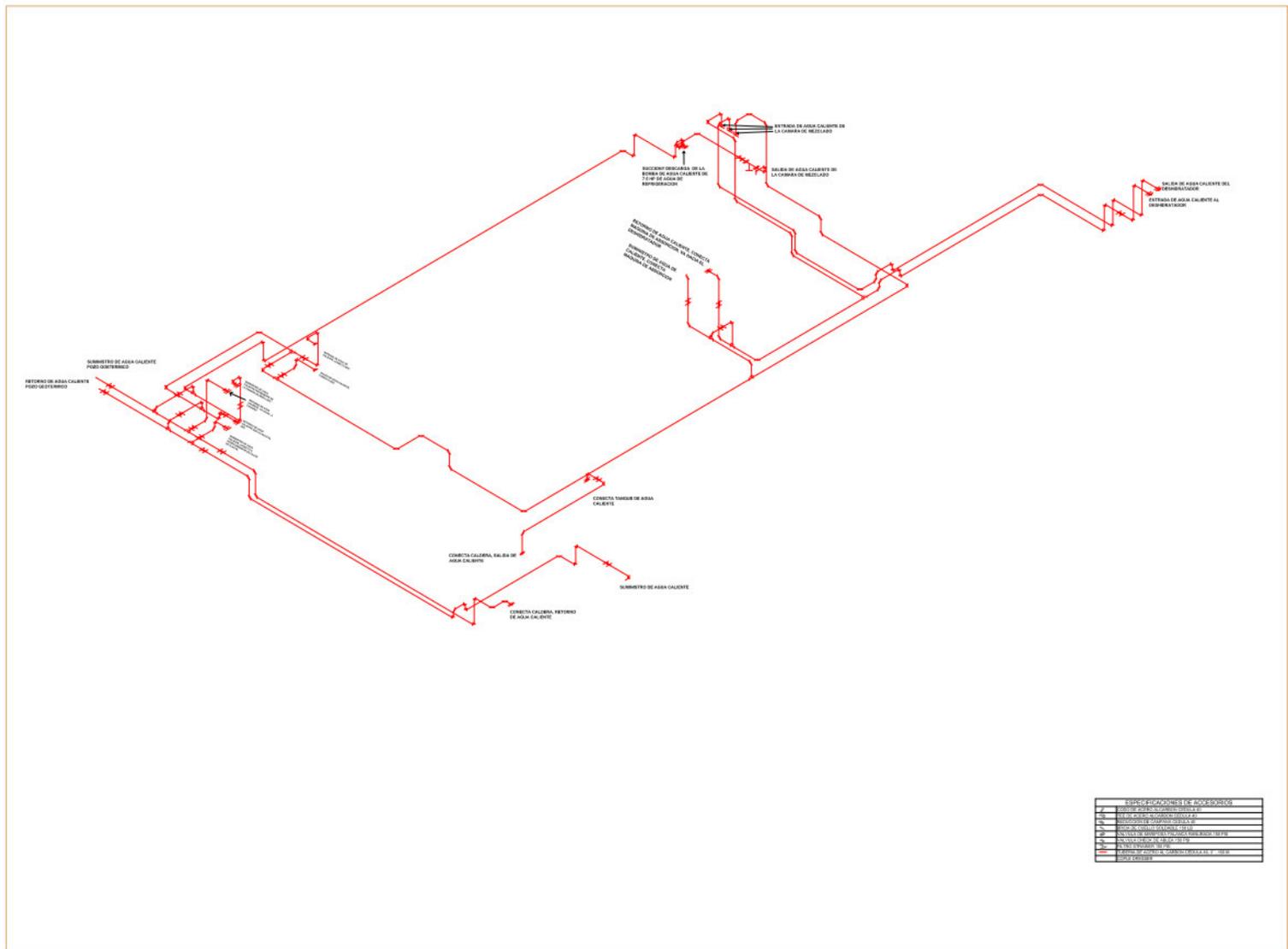
No.	Descripción	Fecha



Proyecto: Aprovechamiento en Circuito de Agua Geotérmica

Aprobó: Dr. Carlos Muñoz Mayra
 Diseñó: Alejandro Muñoz Mayra
 Dibujó: Katherine María Sánchez
 Revisó: Dr. Alejandro Olayo Arango

Nombre del plano: Mecánico 04
 Clase de Plano:
 Escala: 1:50 Fecha: 04/04/2017



ORIENTACIÓN

LOCALIZACIÓN

ESTADO DE LOS RÍOS, BAHÍA DE LOS RÍOS, MÉXICO

SIMBOLOGÍA

ESPECIFICACIONES

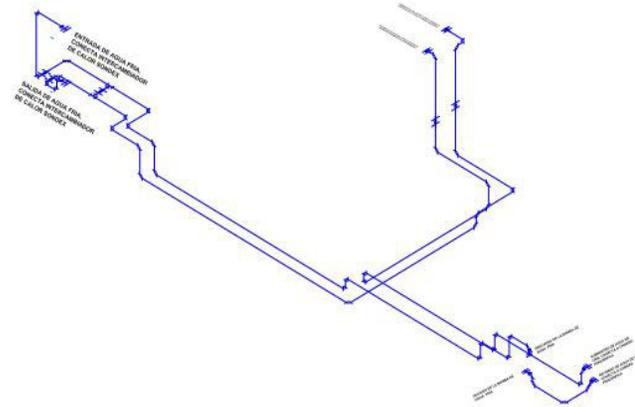
No.	Descripción	Punto

Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Aprobó: Dr. Carlos Roldán Méjico
 Proyecto: Raymundo Martín Suárez
 Diseñó: Raymundo Martín Suárez
 Revisó: Dr. Abraham Chibanes Arriaga

Nombre del plano: Isométrico General del Circuito de Agua Caliente
 Clase del Plano: PNCAG-ISO-02
 Escala: 1:100 Fecha: 10-04-2017

ESPECIFICACIONES DE ANEXOS	
1	ISOMETRICO GENERAL DEL CIRCUITO DE AGUA CALIENTE
2	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
3	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
4	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
5	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
6	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
7	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
8	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
9	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
10	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
11	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
12	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
13	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
14	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
15	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
16	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
17	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
18	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
19	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
20	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
21	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
22	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
23	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
24	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
25	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
26	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
27	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
28	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
29	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
30	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
31	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
32	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
33	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
34	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
35	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
36	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
37	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
38	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
39	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
40	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
41	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
42	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
43	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
44	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
45	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
46	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
47	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
48	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
49	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE
50	ISOMETRICO DE LA PLANTA DE AGUA CALIENTE



ORIENTACIÓN



MUNICIPIO DE LOS HERENOS, BOGOTÁ, COLOMBIA

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

ESPECIFICACIONES

No.	Descripción	Fecha



Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Aprobado: Dr. Carlos Julio Mayan

Proyecto: Raymond Mario Suarez

Diseño: Raymond Mario Suarez

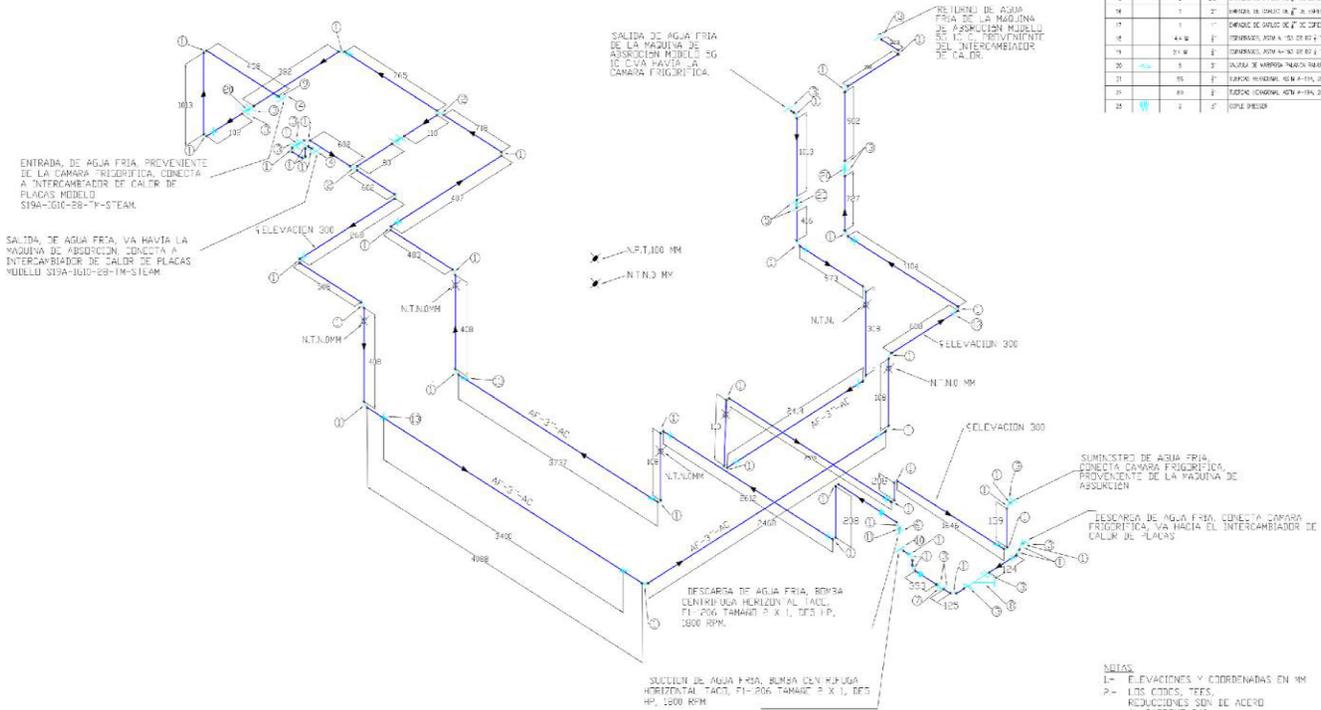
Revisión: Dr. Abraham Olayo Arango

Nombre del plano: Inspección General del Circuito de Agua Fria

Clave del Plano: PACAD-ISO-04

Escala: 1:100 Fecha: 10-04-2017

ESPECIFICACIONES DE ACCESORIOS	
1	BOSQUE DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
2	TUBO DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
3	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
4	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
5	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
6	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
7	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
8	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
9	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
10	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
11	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
12	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
13	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
14	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
15	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
16	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
17	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
18	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
19	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
20	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
21	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
22	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
23	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
24	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
25	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
26	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
27	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
28	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
29	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
30	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
31	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
32	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
33	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
34	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
35	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
36	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
37	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
38	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
39	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
40	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
41	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
42	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
43	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
44	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
45	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
46	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
47	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
48	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
49	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
50	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
51	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
52	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
53	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
54	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
55	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
56	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
57	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
58	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
59	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
60	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
61	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
62	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
63	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
64	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
65	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
66	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
67	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
68	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
69	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
70	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
71	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
72	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
73	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
74	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
75	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
76	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
77	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
78	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
79	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
80	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
81	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
82	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
83	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
84	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
85	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
86	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
87	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
88	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
89	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
90	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
91	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
92	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
93	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
94	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
95	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
96	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
97	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
98	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
99	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)
100	BOQUILLA DE AGUAS CALIENTES (BOGOTÁ)



NO.	SIMBOLO	CONTENIDO	UNIDAD	ESPECIFICACION
1	100	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 100
2	150	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 150
3	200	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 200
4	250	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 250
5	300	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 300
6	350	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 350
7	400	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 400
8	450	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 450
9	500	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 500
10	550	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 550
11	600	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 600
12	650	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 650
13	700	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 700
14	750	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 750
15	800	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 800
16	850	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 850
17	900	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 900
18	950	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 950
19	1000	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 1000
20	1050	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 1050
21	1100	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 1100
22	1150	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 1150
23	1200	1	1	TUBO DE ACERO AL CARBONO 1200

ORIENTACIÓN



ESTACION DE LOS HORRITOS EN OROQUEN, MEXICO

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

NTN NIVEL DE TERRENO NATURAL
 NIVEL DE BRICOLAJE DE TORNADERAS
 NPT NIVEL DE PISO TERMINADO
 NIVEL DE BASES DE EQUIPOS

• STA. DATUM EN CAMPO
 ☐ LINEA DE CENTRO

A-3"=AC, AGUA FRIA 3" DE DIAMETRO DE ACERO AL CARBONO

ESPECIFICACIONES

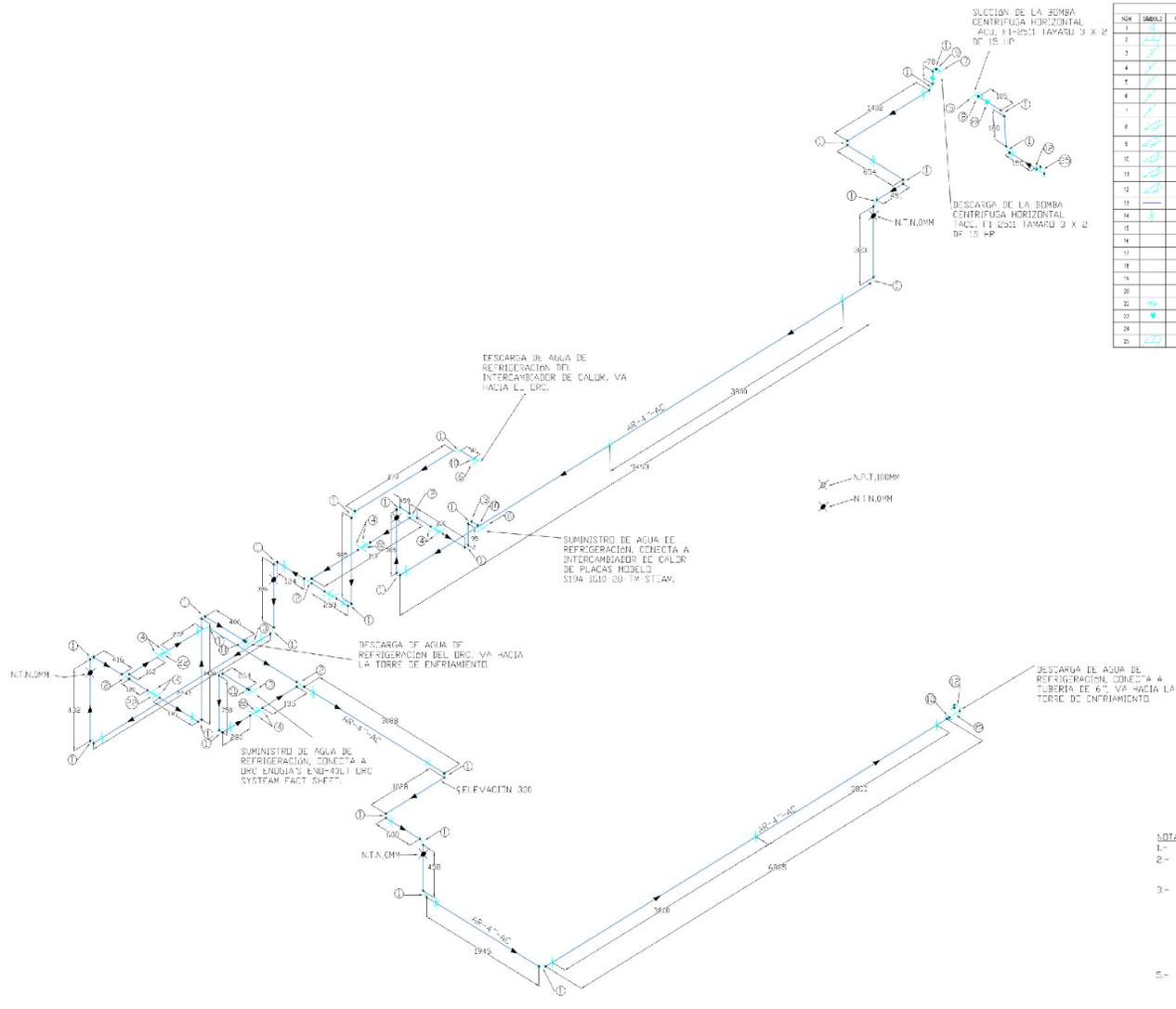
No.	Descripción	Fecha



Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Aprobó: Dr. Carlos Rubio Mejía
 Proyecto: Raymond Marín Suárez
 Diseñó: Raymond Marín Suárez
 Revisó: D. Abelardo Chávez Aragón
 Nombre de plano: Sistema de distribución de agua fría 3"

Código del Plano: PACAC-IGG-00-03
 Escala: 1:100
 Fecha: 10-04-2017



NO. #	DIAMETRO	CONTENIDO	DESCRIPCION
1	75	4	TUBO AC. CD. 40.00 M. 1000.00
2	4	4	TUBO AC. CD. 40.00 M. 1000.00
3	5	2	BROCA SUP-06. 153 LB. 6000.00
4	12	4	BROCA SUP-06. 153 LB. 6000.00
5	1	3	BROCA SUP-06. 153 LB. 6000.00
6	2	23	BROCA SUP-06. 153 LB. 6000.00
7	1	2	BROCA SUP-06. 153 LB. 6000.00
8	1	432	REDUCCION CONCENTRICA LB. 6000.00. 4000.00
9	1	432	REDUCCION CONCENTRICA, TBI LB. 6000.00. 4000.00
10	1	432	REDUCCION CONCENTRICA, TBI LB. 6000.00. 4000.00
11	2	432	REDUCCION CONCENTRICA, TBI LB. 6000.00. 4000.00
12	2	432	REDUCCION CONCENTRICA, TBI LB. 6000.00. 4000.00
13	40	4	TUBO AC. SIN COSTURA, 6000.00. 4000.00
14	3	23	COXIDE 1 1/2" TOTAL. 6000.00
15	4	5	COXIDE DE 6000.00. 2" DE ESPESOR
16	12	4	COXIDE DE 6000.00. 2" DE ESPESOR
17	1	3	COXIDE DE 6000.00. 2" DE ESPESOR
18	2	23	COXIDE DE 6000.00. 2" DE ESPESOR
19	1	2	COXIDE DE 6000.00. 2" DE ESPESOR
20	140	1	CONEXION. 6000.00. 150.00. 150.00. 150.00
21	6	4	VALVULA DE VENTOSA. 6000.00. 150.00. 150.00
22	1	4	COXIDE. 6000.00
23	1	4	COXIDE. 6000.00
24	200	1	TUBO DE COXIDE. 6000.00. 150.00. 150.00
25	1	4	TUBO AC. CD. 40.00 M. 1000.00

- NOTAS
- 1- ELEVACIONES Y COORDENADAS EN MM
 - 2- LOS CODOS, TEE'S, REDUCCIONES SON DE ACERO AL CARBONO Q40
 - 3- LAS BRIDAS SON DE 500-500 MM SERAN UNIDAS MEDIANTE ESPARRAGOS DE 100 MM CON AL MENOS 3 BROCAS POR LADO INCLUYEN DOS TUERCAS Y DOS ARANDELAS PLANAS POR CADA ESPARRAGO
 - 5- LOS SOPORTES SE ENCUENTRAN A UNA DISTANCIA MAXIMA DE 30 M UNO DE OTRO.

ORIENTACIÓN

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

N.T.A. NIVEL DE TERRENO NATURAL, (NIVEL DE TORRE DE TRINCHERAS)

N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO (NIVEL DE BASES DE EQUIPOS)

• SOLDADURA EN CAMPO

☒ LINEA DE CENTRO

AR-4" AC. AGUA DE REFRIGERACION 4" DE DIAMETRO DE ACERO AL CARBONO

ESPECIFICACIONES

No.	Descripción	Fecha

Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Aprobado: Dr. Carlos Rubio Maya

Proyectado: Raymond Muñoz Sánchez

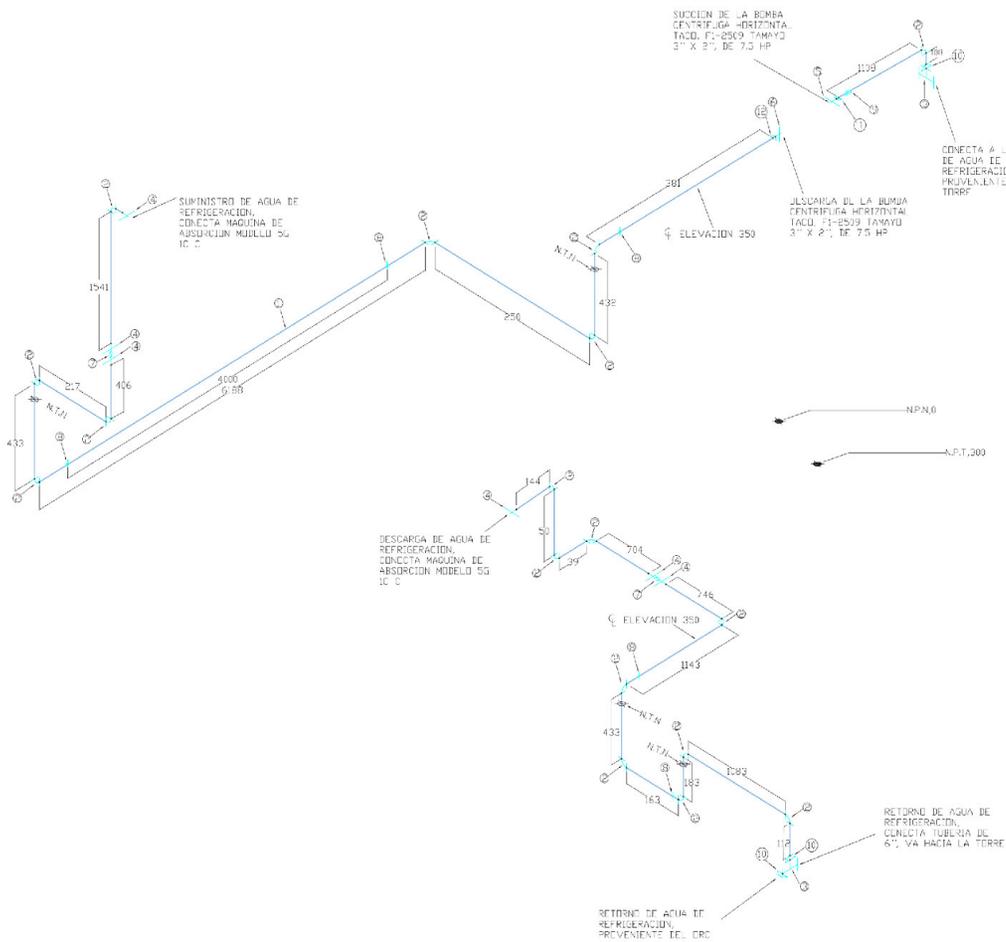
Diseñado: Raymond Muñoz Sánchez

Revisado: Abraham Cisneros Arango

Nombre de plano: Sección del circuito de agua de refrigeración para el D.R.C. 4

Código del Plano: PACAS-VEG-00-02-03

Escala: 1:100 Fecha: 10-04-2017



LISTA DE MATERIALES		
NUM	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	1	VALVULA DE 2\"/>

SIMBOLOGIA Y NOMENCLATURA
 NTA NIVEL DE TERRENO NATURAL
 NPT NIVEL DE PISO TERMINADO
 * SILLABRADA EN CAMPO
 CL LINEA DE CENTRO

NOTAS
 1- ELEVACIONES Y COORDENADAS EN MM
 2- LOS Codos, TEE, REDUCCIONES SON DE ACERO AL CARBONO C-45
 3- LAS BRIDAS SON DE CUELLO SIN BABEL 150 LB, STRAN UNICAS MEDIANTE ESPARRAS DE 100 MM.

ORIENTACIÓN

DETALLE DE LAS COORDENADAS GEOGRAFICAS DEL SITIO

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGIA

ESPECIFICACIONES

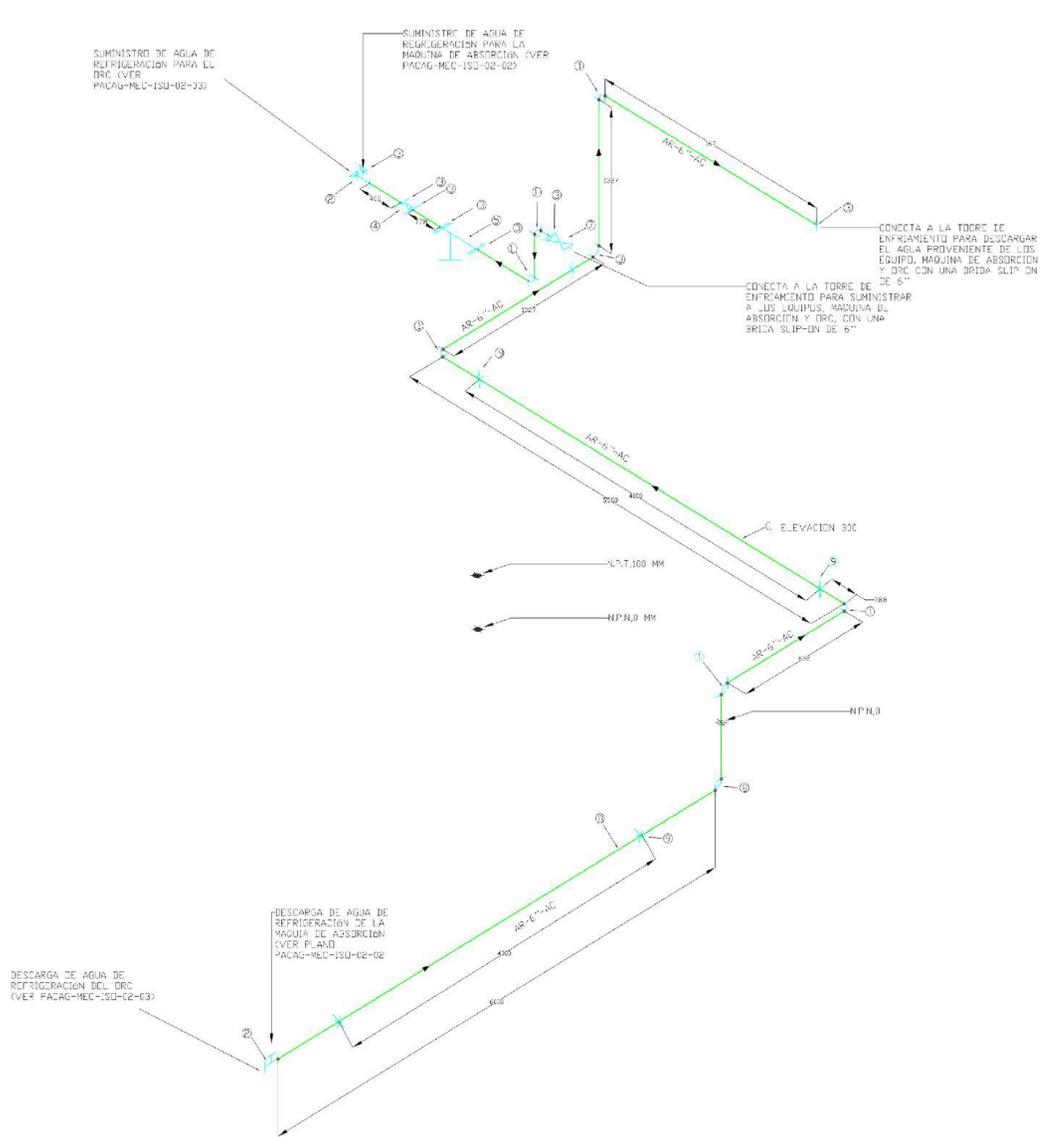
No.	Descripción	Fecha

Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Aprobado: Dr. Carlos Rubio Maya
 Proyecto: Raymond Marillo Suarez
 Diseño: Raymond Marillo Suarez
 Revisado: Dr. Abraham Chaves Arango

Nombre de plano: Sistema de distribución de agua de refrigeración
 Máquina de Aceleración

Clase del Plano: PAGO-ACC-SO-03-02
 Escala: 1:100 Fecha: 10-04-2017



LISTA DE MATERIALES			
Nº	UNIDAD	CANTIDAD	DESCRIPCION
1	6"	6"	CONEXION DE 6\"/>

ORIENTACIÓN



LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- N.T.N NIVEL DE TERRENO NATURAL (NIVEL DE BRUJAL DE FRONTERAS)
- N.P.T NIVEL DE PISO TERMINADO (NIVEL DE BASES DE EQUIPOS)
- * SOLDADURA EN CAMPO
- ☒ LINEA DE CENTRO
- AR-6\"/>

ESPECIFICACIONES

Nº	Descripción	Fecha

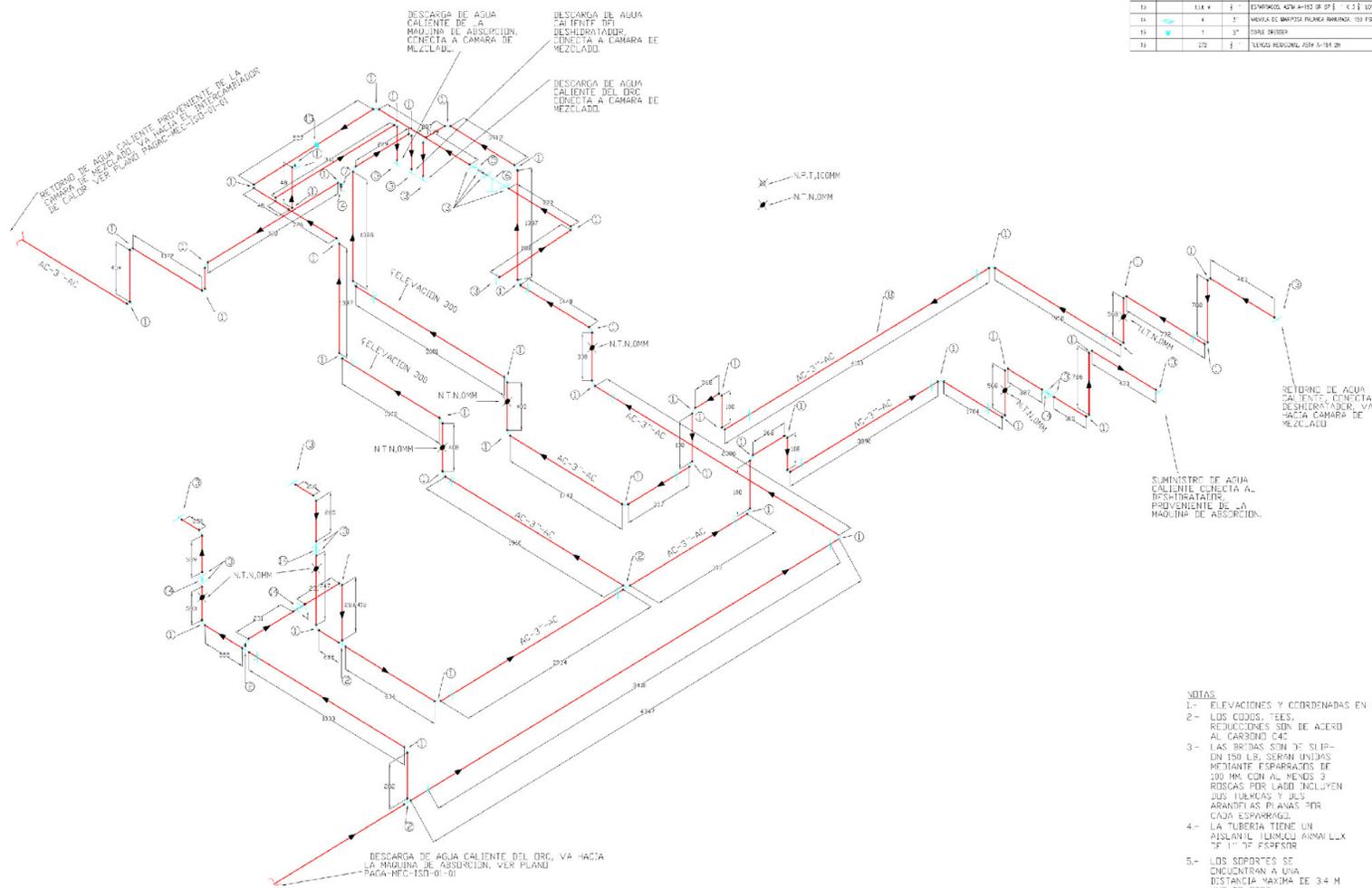
NETAS

- 1- ELEVACIONES Y CONTRAVASAS EN MM
- 2- LOS CODOS, TEE'S, REDUCCIONES SON DE ACERO AL CARBONO C40
- 3- LAS BRIDAS SON DE SLIP-ON 150 LB. SE RAN UNIDAS MEDIANTE ESPARRAGOS DE 100 MM CON AL MENOS 3 RESGAS POR LADO INCLUYENDO LAS TUERNAS Y BUSH ARANDELAS PLANAS POR CADA ESPARRAGO
- 5- LOS ESPERTOS SE ENCUENTRAN A UNA DISTANCIA MAXIMA DE 4.4 M UNO DE OTRO

Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Aprobó: Dr Carlos Rubio Maya
 Preparó: Raymond Muñoz Suarez
 Dibuó: Raymond Muñoz Suarez
 Revisó: Dr Abraham Olvera Araya

Nombre de plano: Incremento del circuito de agua de refrigeración 0
 Código del Plano: PACAG/DC-00-02-01
 Escala: 1:100 Fecha: 10-04-2017



LISTA DE MATERIALES				
CANTIDAD	UNIDAD	DESCRIPCION	DIAMETRO	NOTAS
1	2	TEE AC. 3" AL CARBON 100 LB	3"	
2	4	TEE AC. 2" AL CARBON 100 LB	2"	
3	17	BROCA SIEMPRE DE LA CARA PRESIONA	1"	
4	1	BROCA SIEMPRE DE LA CARA PRESIONA	2"	
5	1	NEVILLA UNICO	3"	
6	1	FLUTO STANDER 2"X2"	2"	
7	4	REDUCCION CONCENTRICA 100 LB EN CARA REDUCCION UNICO	3" X 2"	
8	27	TUBO AC. EN CARBON 200 LB. 4" X 10' UNICO	4"	
9	20	BRUNDA 1" EN CARBON 100 LB	1"	
10	17	BRUNDA 2" EN CARBON 100 LB	2"	
11	1	BRUNDA EN CARBON 2" EN CARBON	2"	
12	1	ESPARSOR DE AGUA 100 LB 3" X 3" 100 LB	3"	
13	4	BRUNDA EN CARBON 2" EN CARBON	2"	
14	1	BRUNDA EN CARBON 2" EN CARBON	2"	
15	272	TUBO REDUCCION 100 LB 3" X 2"	3"	

ORIENTACIÓN



LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- N.T.N. NIVEL DE TERRENO NATURAL (NIVEL DE BRICOL DE TERRENO ERAS)
- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO (NIVEL DE BASES DE EQUIPOS)
- SUDADURA EN CAMPO
- LINEA DE CENTRO
- AC-3"=AC. AGUA CALIENTE 3" DE DIAMETRO DE ACERO AL CARBON

ESPECIFICACIONES

No.	Descripcion	Fecha

Logo: E-energía

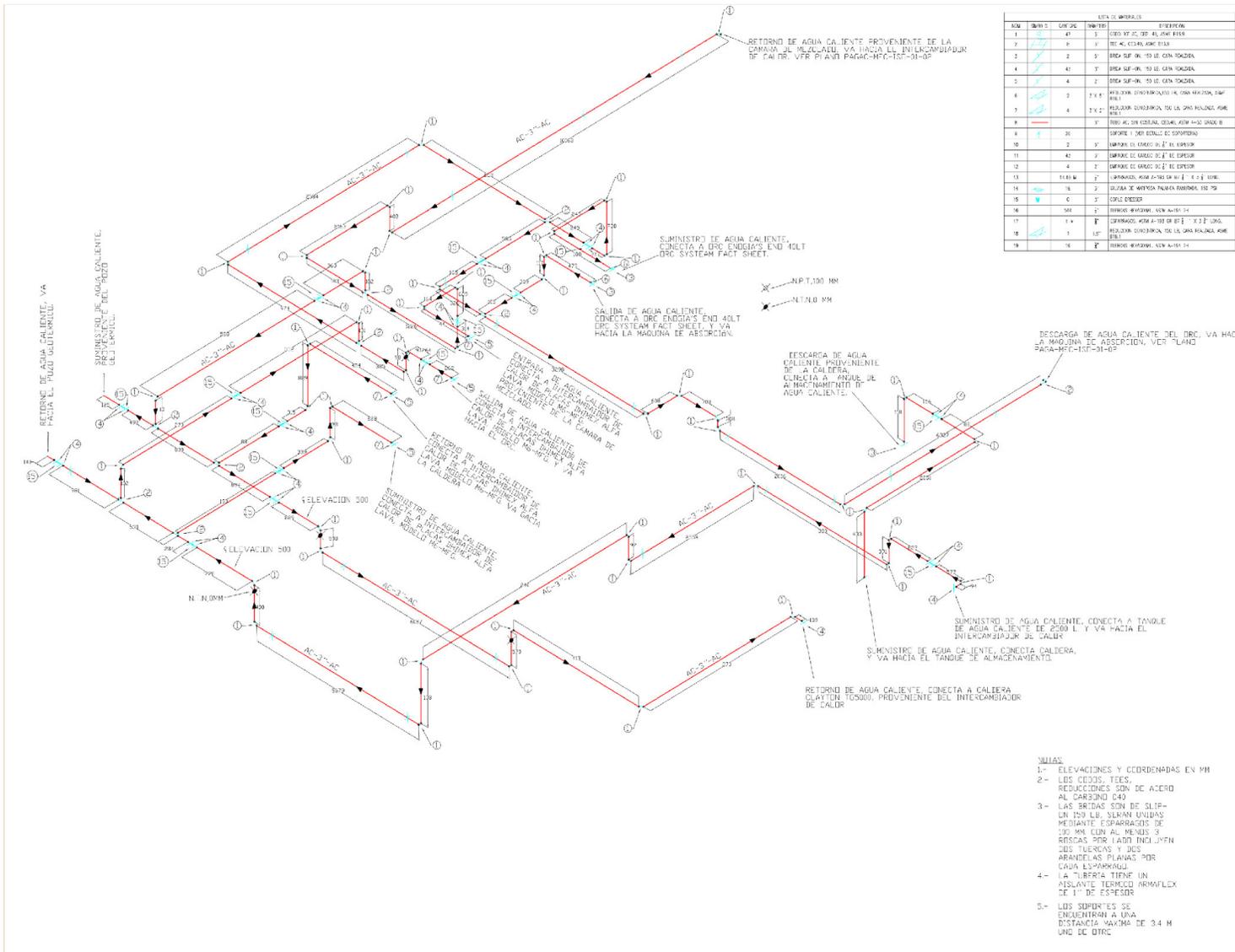
Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotérmica

Analista: Dr. Carlos Rubio Mesa
Proyecto: Raymundo Muñoz Suarez
Diseño: Raymundo Muñoz Suarez
Revisión: Dr. Abraham Olvera Arango

Nombre de plano: Isometría del circuito de Agua Caliente 3", parte 7

Código del plano: PACAG-GE-00-01-02
Escala: 1:100 **Fecha:** 10-24-2017

- NOTAS**
- 1.- ELEVACIONES Y COORDENADAS EN MM
 - 2.- LOS CODOS, TEES, REDUCCIONES SON DE ACERO AL CARBON 100 LB
 - 3.- LAS BRIDAS SON DE SLIP-ON 150 LB. SERAN UNIDAS MEDIANTE ESPARSORAS DE 100 MM CON AL MENOS 3 ROSCAS POR LADO INCLUYEN SUS TUBERIAS Y SUS ARANDELAS PLANAS POR CADA ESPARSORA. LA TUBERIA TIENE UN AISLAMIENTO THERMO AINMA LXX 75 1" DE ESPESOR
 - 4.- LOS SOPORTES SE ENCUENTRAN A UNA DISTANCIA MAXIMA DE 3.4 M UNO DE OTRO



ORIENTACIÓN



LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

- N.T.N NIVEL DE TERRENO NATURAL, CONFIN. TIP. BRICAL. DE TRINCHERAS.
- N.P.T NIVEL DE PISO TERMINADO CONVEL. DE BASES DE EQUIPOS.
- + SUDADURA EN CAMPO
- LINEA DE CENTRO
- AC-3"-AC, AGUA CALIENTE 3" DE DIAMETRO DE ACERO AL CARBÓN.

ESPECIFICACIONES

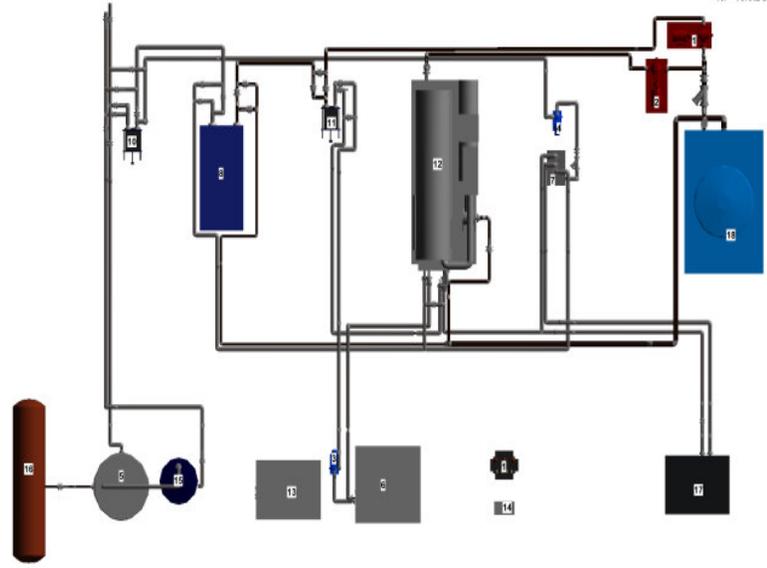
No.	Descripción	Fecha



Proyecto: Aprovechamiento en Cascada de agua geotermica
 Autor: Dr. Carlos Rubio Mesa
 Proyecto: Raymond Murillo Suarez
 Dibujo: Raymond Murillo Suarez
 Revisó: Dr. Abaterra Chivasa Araya

Nombre de plano: Aprovechamiento de cascada de agua caliente, 2. parte
 Código del Plano: PACAG-HEC-00-01-01
 Escala: 1:100 Fecha: 10-04-2017

1. BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL TACO, FI-2511 TAMAYO 3" X 2" DE 15 HP, 1800 RPM
2. BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL TACO, FI-2509 TAMAYO 2" X 2" DE 7.5 HP, 1800 RPM
3. BOMBA CENTRIFUGA HORIZONTAL TACO, FI-1266 TAMAYO 2" X 1" DE 5 HP, 1800 RPM
4. BOMBA CENTRIFUGA GRUNDFOS, DE 7.5 HP, 3530 RPM, CON UNA SUCCION DE 2 IN Y UNA DESCARGA DE 1.5 IN
5. CALDERA
6. CAMARA FRIGORIFICA
7. CAMARA DE MEZCLADO
8. CICLO ORGANICO RANKINE, ENOGIA S ENO-40LT ORC SYSTEM FACT SHEET.
9. DESHIDRATADOR
10. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS DHMEX ALFA LAVA, MODELO ME-MFG.
11. INTERCAMBIADOR DE CALOR DE PLACAS SONDEX, MODELO S19A-IG10-28-TM-STEAM.
12. MAQUINA DE ABSORCION, MODELO 9G 1G C.
13. MAQUINA DE HIELO
14. TABLERO
15. TANQUE DE AGUA CALIENTE
16. TANQUE ESTACIONARIO DE GAS L.P. DE 3400 LITROS
17. TRANSFORMADOR
18. TORRE DE ENFRIAMIENTO, MODELO HRFQ 812115.



① (3D)

ORIENTACIÓN



Infra de las Palmas, Michoacán México

LOCALIZACIÓN

SIMBOLOGÍA

ESPECIFICACIONES

No.	Descripción	Unidad

Logo:

Proyecto: Aprovechamiento en Caliente de Agua Geotérmica

Aprobó: Dr. Carlos Rubio Mesa

Proyectó: Alejandro Nicolás Salazar

Diseñó: Ramonelo Nicolás Salazar

Revisó: Dr. Abraham Olivares Estrada

Nombre del cliente: Vía Superior

Ciudad del Proyecto:

Estado: **ISSI** **Fecha:** 04/04/2017

Evidencia Fotográfica de la instalación y supervisión del proyecto



Vista Oeste de la Planta Piloto de Aprovechamiento en Cascada de Agua Geotérmica



Vista Oeste de la Planta Piloto de Aprovechamiento en Cascada de Agua Geotérmica



Vista Sur-Oeste de la Planta Piloto de Aprovechamiento en Cascada de Agua Geotérmica



Vista sur-este de la Planta Piloto de Aprovechamiento en Cascada de Agua Geotérmica



Estructura a base de ptr de 4 x 4 plg, monten de 4 x 2 plg y malla ciclonica de 2.5 m de altura



Lámina Galvanizada

Instalación de Tanque Deareador

La instalación del tanque deareador contiene cabezal concentrador y válvula eliminadora de aire en circuito de agua caliente para operación conjunta de unidad de potencia Enogia-Eno40 LT. Basada en Ciclo Rankine Orgánico, Maquina Enfriadora de Absorción LiBr-H₂O Thermax de 50 toneladas de refrigeración y cabina deshidratadora. El tanque este fabricado a base tubos de acero al carbón cedula 40 sin costura de 14, 8 y 4 pulgadas para soportar la presión del circuito.

Los soportes de dicho tanque están formados a base de solera de acero de 1/2 x 4 pulgadas, y fijados al suelo de concreto a base de taquetes expansivos de 3/8 x 4 pulgadas, dos por cada soporte. El acabado está a base de primario blanco y pintura azul para evitar la corrosión y oxidación de dicho tanque.



Tanque Deareador, contiene una Valvula Eliminadora de Aire, Valvula Check y Filtro Strainer



Tanque Deareador Visto del Este, se Observa la Conexión Electrica de la Bomba Grundfos

Calibración de Circuito de Alimentación de Gas L.P.

La calibración de circuito de alimentación de Gas L.P. para aporte térmico auxiliar compatible con generador de agua caliente Clayton T5000 e intercambiador de calor Dhimex-Alfa Laval modelo M6-MFG, se encuentra conformado de la siguiente manera, un tanque de almacenamiento de Gas L.P. el cual desarrollara la función de suministrar el combustible para el generador de agua caliente. El tanque está fijado sobre dos bases de concreto, las conexiones de suministro de gas son de acero al carbón cedula 40, contiene un regulador de baja presión, además de sus accesorios para su correcta instalación.

Una vez generada el agua caliente esta pasara a un tanque de almacenamiento de agua caliente a través de una tubería de acero al carbón de 3 pulgadas de diámetro, la cual se conectó en la parte superior de dicho tanque, por la parte inferior del tanque saldrá el agua caliente que pasará a un intercambiador de calor y retornará a el generador por medio de una bomba centrífuga. El retorno está formado por medio de una bomba, un filtro strainer y dos coples dresser.



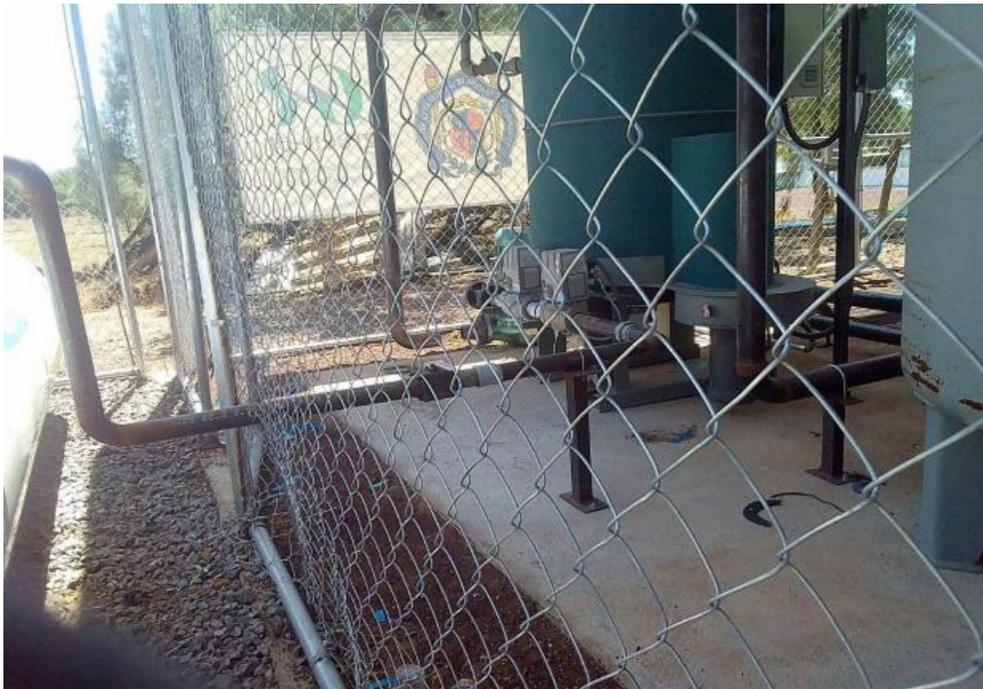
Tanque de Gas L.P.



Circuito de Agua Caliente, Caldera, Tanque de Almacenamiento de Agua Caliente, Tanque de Gas L.P. e Intercambiador de Calor



Tanque de Gas L.P.



Alimentación de Gas L.P. al Generador de Agua Caliente Clayton T5000



Intercambiador de Calor Dhimex-Alfa Laval Modelo M6-Mfg

Acoplamiento de circuito de disipación de calor compatible con torre de enfriamiento Reymsa modelo rtu-812115a.

El acoplamiento de circuito de disipación de calor está conformado principalmente por una torre de enfriamiento REYMSA modelo RTU-812115-A y dos bombas centrífugas de circulación, de 15 hp y de 7.5 hp respectivamente. El cabezal de las bombas se encuentra construido de la siguiente manera: tubería de acero al carbón cedula 40 sin costura de 6 y 4 pulgadas, contiene una válvula de compuerta bridada de 6 pulgadas, un filtro strainer bridado de 6 pulgadas, una válvula check bridada de 6" y dos coples dresser, además de todos sus accesorios, codos, tees, etc.

Las bombas sirven para alimentar el agua de enfriamiento a los equipos. La bomba de 15 hp alimentará al Ciclo Rankine Orgánico, el agua pasará primero por un intercambiador de calor (intercambiador de placas), posteriormente pasará al ORC y por último regresará a la torre de enfriamiento, la conexión se hará en la parte superior de la torre. La bomba de 7.5 hp alimentará a la Máquina Enfriadora por Absorción LiBr-H₂O. La tubería está cubierta de pintura azul para evitar la corrosión.



Torre de Enfriamiento, Bombas y Conexiones Eléctricas



Suministro de Agua de Repuesto para Torre de Enfriamiento



Cabezal de Bombas de Alimentación de Agua de Refrigeración

Realización de Conexiones Hidráulicas para Unidad de Potencia ENOGIA-ENO40 LT basada en Ciclo Rankine Orgánico, Máquina de Absorción y Torre de Enfriamiento

Las conexiones hidráulicas están divididas en tres circuitos diferentes:

1. Circuito de agua caliente.
2. Circuito de agua de enfriamiento.
3. Circuito de agua helada.

Circuito de Agua Caliente

Este circuito está conformado principalmente por el generador de agua caliente Clayton T5000, intercambiador de calor Dhimex Alfa Laval modelo M6-MFG, Ciclo Rankine Orgánico (ORC), Máquina Enfriadora por Absorción, Cabina Deshidratadora, Tanque Deareador y bomba centrífuga Grundfos.

El circuito de agua caliente está dividido en dos partidas:

1. El circuito comienza con el generador de agua caliente, una vez que ya está el agua caliente, pasa por un tanque de almacenamiento para posteriormente pasar a un intercambiador de calor, luego retorna al generador de agua caliente a través de un filtro strainer, una bomba centrífuga y dos coples dresser. En el intercambiador se hace una transferencia de calor al siguiente circuito.



Intercambiador de Calor Dhimex-Alfa Laval



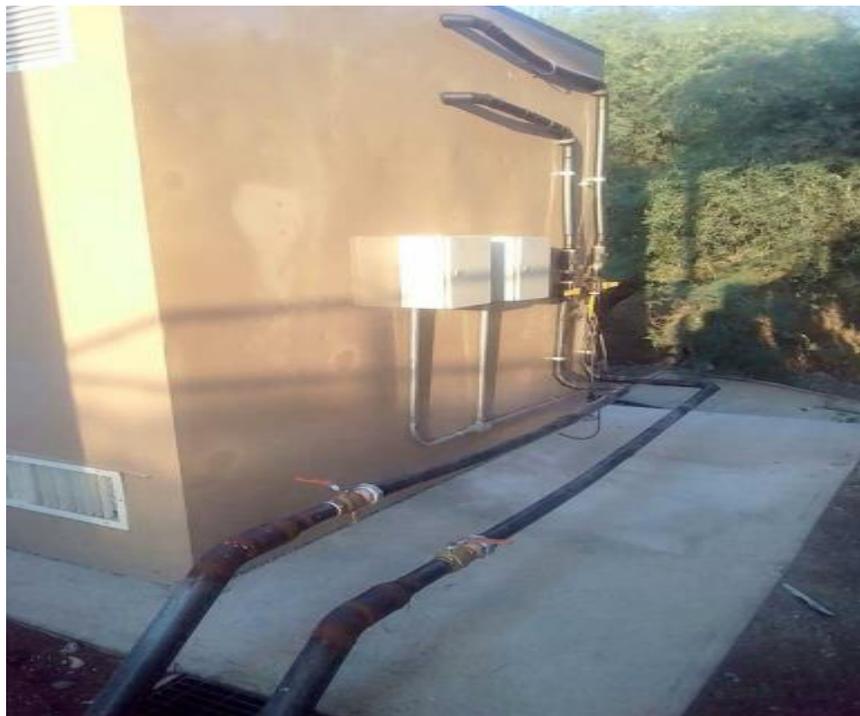
Generador de Agua Caliente y Tanque de Almacenamiento



Conexión de Alimentación de Agua para el Generador de Agua Caliente



Cabina Deshidratadora



Conexión de la Cabina Deshidratadora

2. Este circuito consta básicamente de un intercambiador de calor, ORC, máquina de absorción, deshidratador, tanque de aireador y bomba centrífuga. El circuito comienza con la transferencia de calor del intercambiador, posteriormente el flujo de agua caliente pasa a través del ORC, el flujo de agua saliente del ORC se divide en dos:

- El primero va hacia la máquina de absorción y a través de una válvula motorizada y un sensor de caudal se regula el flujo que entrará al equipo.
- El flujo restante pasará al tanque de aireador. El flujo de agua caliente que sale de la máquina al igual que el flujo del ORC se divide en dos:
- El primero va hacia la cabina deshidratadora y a través de una válvula motorizada y un sensor de caudal se regula el flujo que entrará al equipo.
- El flujo restante pasará al tanque de aireador. El flujo de agua caliente que sale del deshidratador pasa directamente al tanque de aireador, aquí se mezcla toda el agua caliente proveniente de los equipos y través de un filtro strainer, una válvula check y una bomba que recircula el flujo hacia el intercambiador y así comienza otro nuevo ciclo.



Ciclo Rankine Organico (Orc) (Equipo Blanco)



Maquina Enfriadora por Absorción Libr-H2O (Chiller) Marca Thermax (Equipo de la Parte Superior Izquierda)

Circuito de Agua de Enfriamiento

El circuito esta con formado principalmente por una torre de enfriamiento REYMSA modelo RTU-812115-A y dos bombas centrifugas de circulación, de 15 hp y de 7.5 hp respectivamente.

Las bombas sirven para alimentar el agua de enfriamiento a los equipos. La bomba de 15 hp alimentará al Ciclo Rankine Orgánico, el agua pasará primero por un intercambiador de calor (intercambiador de placas), posteriormente pasará al ORC. El flujo de agua que sale del ORC se une con el flujo de agua que sale de la máquina de absorción mediante una "tee" de 6 pulgadas, para finalmente retornar así la torre de enfriamiento y aquí comenzar un nuevo ciclo. La bomba que alimenta a la máquina de absorción es de 7.5 hp.



Circuito de Agua de Enfriamiento



Conexión de Agua de Enfriamiento para el Orc (Tubería Azul)



Conexión de Agua de Enfriamiento para la Máquina Enfriadora por Absorción (Tubería Azul)

Circuito de Agua Helada

El circuito está conformado principalmente por la máquina de absorción, cámara frigorífica e intercambiador de calor. El ciclo comienza cuando por la máquina de absorción el flujo de agua helada pasa por medio de una tubería de 3 pulgadas hacia la cámara frigorífica, para posteriormente pasar a un intercambiador de calor (el intercambiador cumple la función de bajar la temperatura del agua de enfriamiento que va hacia el ORC), por último el agua retorna hacia la máquina de absorción para comenzar un nuevo ciclo.



Circuito de Alimentación de Agua Helada (Chiller, Intercambiador de Calor y Cámara Frigorífica)



Conexiones del Chiller y del Intercambiador de Calor

Conclusiones

Se logró cumplir con los objetivos planteados en el presente proyecto respecto a formas y fechas, además de ello, se ha tenido la oportunidad de colaborar en diversos proyectos donde implican creación de tanques de combustible o aceite mineral. Además se pudo colaborar en más de 20 proyectos de instalación en los últimos 6 años de trabajo, la cual presentaba un problema de golpe de ariete en sus tuberías, por lo que el nuevo grupo de I+D+i de nuestra compañía hizo un diagnóstico del problema, analizó el flujo y presión del sistema de agua de enfriamiento, recomendó una solución, se ejecutó y se pudo resolver el problema recurrente de la planta.

Se hizo un análisis de riesgos y puntos críticos económicos en la ejecución del proyecto:

1. Riesgo de no contar con el capital necesario para poder desarrollar el proyecto: compra de equipo, maquinaria, herramientas y materiales necesarios para el desarrollo del proyecto.
2. Riesgo de no contar con el personal calificado en las distintas disciplinas requeridas para el correcto desarrollo del proyecto.
3. Riesgos derivados de un estudio y análisis de mercado deficiente.

Los puntos antes mencionados se resuelven mediante las siguientes acciones:

1. Estructurar de manera correcta la parte técnica y económica del proyecto, a fin de garantizar que su contenido soporte la viabilidad técnica-económica del proyecto para que el mismo sea aprobado.
2. Considerar dentro del proyecto todos los equipos, herramientas, materiales y personal, necesarios para la correcta ejecución del proyecto.
3. Realizar un análisis a nivel nacional sobre las oportunidades para la incorporación de tecnología en el aprovechamiento de energías renovables.
4. Realizar un análisis de los competidores o fabricantes de micro aerogeneradores a nivel mundial, a fin de conocer cuáles serán considerados como competencia, además de conocer las características técnicas de los equipos así como sus ventajas y beneficio

Respecto a las actividades planeadas en un inicio del proyecto, se tienen resultados positivos ya que se han cumplido cabalmente, y se han logrado adelantar algunas otras, lo cual es favorable al proyecto en general, para cumplir con el tiempo establecido.

Se ha logrado fortalecer el área de investigación aplicada dentro de los servicios ofrecidos convencionalmente por la empresa, es decir; algunos clientes requieren reportes especializados en el área de ingeniería, el cual implica investigación, simulación o simplemente explicación convincente de los fenómenos que suceden en la industria, y de la cual la empresa i-energy es proveedora directamente. Por lo tanto, se ha logrado consolidar en la región como una empresa seria y con capacidad de análisis profundo, gracias al establecimiento del departamento de investigación y desarrollo.

Aprendizaje multidisciplinario del ecosistema de la industria, conocer cómo se conciben, desarrollan y ejecutan los proyectos dentro de las empresas del giro automotriz y similares. Adquisición de conocimiento en la movilización organizacional, así como en la administración de recursos económicos y humanos.

Desarrollo de habilidades prácticas, debido a la aplicación del conocimiento y a la solución constante de problemas.

Referencias Bibliográficas

1. NFPA 14. STANDARD FOR THE INSTALLATIONS OF STANDPIPE AND HOSE SYSTEMS
2. P. Aarne Vesilind, J. Jeffrey Peirce and Ruth F. Weiner. 1994. Environmental Engineering. Butterworth Heinemann. 3rd ed.
3. Código API 1104, líneas de conducción.
4. Código ASME B31.3, líneas de proceso.