



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO®

Instituto Tecnológico de Apizaco

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO

**RECUPERACIÓN DE ENERGÍA CALORÍFICA EN EL
PROCESO DE TEÑIDO**

TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA**

**PRESENTA:
STEVEN VÁSQUEZ RAMOS**

**NOMBRE DEL ASESOR:
VICENTE FLORES LARA**



APIZACO, TLAX., NOVIEMBRE 2023



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
Metal-Mecánica

Apizaco, Tlaxcala, **14/Marzo/2023.**

Circular No.: MM/135/2023.

ASUNTO: Liberación de Proyecto para la Titulación Integral.

MARTIN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DEL DEPTO. DE DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
P R E S E N T E

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para Titulación integral:

Alumno:	STEVEN VASQUEZ RAMOS
Carrera:	INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA
No. De Control:	16370512
Nombre del Proyecto:	RECUPERACIÓN DE ENERGÍA CALÓRIFICA EN EL PROCESO DE TEÑIDO.
Producto:	TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL.

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

*Excelencia en Educación Tecnológica.
Pensar para Servir, Servir para Triunfar.*



SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA
TECNOLÓGICO NACIONAL
DE MÉXICO
INSTITUTO TECNOLÓGICO DE APIZACO
**DEPARTAMENTO DE
METAL MECÁNICA**

EFREN SANCHEZ FLORES
JEFE DEL DEPTO. DE METAL-MECÁNICA

VICENTE FLORES LARA
ASESOR

- C.p. Oficina de Titulación.-
- C.p. Departamento de servicios escolares
- C.p. Expediente.- Jefe de proyectos de vinculación Metal-Mecánica



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec,
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 124
e-mail: mecanica@apizaco.tecnm.mx | apizaco.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA



EDUCACIÓN
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO

Instituto Tecnológico de Apizaco
División de Estudios Profesionales

Apizaco, Tlax., **23/octubre/2023**

No. OFICIO: DEP-CT/750/2023

ASUNTO: AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN

STEVEN VÁSQUEZ RAMOS
EGRESADO DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA
CON NÚMERO DE CONTROL: 16370512
P R E S E N T E

Por este medio, me permito informar a usted que por aprobación de la comisión revisora asignada para valorar el trabajo que mediante la opción **TITULACIÓN INTEGRAL INFORME DE RESIDENCIA PROFESIONAL** cuyo tema es: **"RECUPERACIÓN DE ENERGÍA CALORÍFICA EN EL PROCESO DE TEÑIDO"**, conforme a lo establecido en el procedimiento para la obtención del Título Profesional en el Instituto Tecnológico, la División de Estudios Profesionales a mi cargo le otorga:

AUTORIZACIÓN DE IMPRESION

Debiendo entregar **3** discos del mismo, apropiadamente encuadernados, a la brevedad, para presentar su acto de recepción profesional.

Sin otro particular por el momento, le envió un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica
Pensar para Servir, Servir para Triunfar




MARTÍN ROJAS RAMÍREZ
JEFE DE LA DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES
DIVISION DE
ESTUDIOS PROFESIONALES

c.p. archivo



Av. Instituto Tecnológico No. 418, San Andrés Ahuashuatepec, Municipio de Tzompantepec.
Tlaxcala, Mex. C.P. 90491 Tel. (241) 4172010 Ext. 304,
e-mail: dep_titulación@apizaco.tecnm.mx



2023
Francisco
VILLA

AGRADECIMIENTOS

La realización de este proyecto está dedicado a todas las personas que me han apoyado a lo largo de toda mi carrera profesional en especial a mis padres y familiares, profesores, asesor de la carrera, a los ingenieros de la empresa AUNDE que me brinda la oportunidad de poder realizar este proyecto para poder desarrollarme profesionalmente de manera directa en las instalaciones y los procesos que forman esta gran empresa. Esta oportunidad es invaluable para nosotros como estudiantes representa una gran oportunidad de aprendizaje y superación constante.

También le doy gracias al doctor Vicente Flores Lara quien me brindo el apoyo necesario para desarrollar este proyecto.

Gracias al Instituto Tecnológico de Apizaco por darme la oportunidad de formar parte de su institución de la cual me siento muy orgulloso.

Finalmente agradezco a Dios de poder llegar a esta fase de mi carrera ya que sin la voluntad de él todo esto no sería posible.

A todos mil gracias.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS.....	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
1.1 INTRODUCCIÓN	10
1.2 PROBLEMAS A RESOLVER	11
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.4 JUSTIFICACION.....	13
1.5 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE	14
2.1 MARCO TEORICO	16
2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR.....	18
2.3 DESCRIPCION DE LA MAQUINA TIPO JET	28
3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS	33
4.1 RESULTADOS	43
4.2 PROPUESTA DE PROYECTO	49
4.3 SELECCIÓN DE BOMBA	52
4.4 COTIZACIÓN DE PROYECTO	54
CONCLUSION Y COMPETENCIAS DESARROLLADAS	55
REFERENCIAS ELECTRONICAS.....	56

ÍNDICE DE FIGURAS

- Fig. 01 Transferencia de Calor
- Fig. 02 Clasificación según la trayectoria de los fluidos
- Fig. 03 Caldera de cocina
- Fig. 04 Caldera industrial
- Fig. 05 Radiador Volkswagen Polo
- Fig. 06 Funcionamiento de aire acondicionado
- Fig. 07 Parte visible
- Fig. 08 Intercambiador tubular
- Fig. 09 Intercambiador de placas
- Fig. 10 Intercambiador de carcasa y tubos
- Fig. 11 Intercambiador tubo espiral
- Fig. 12 Diagrama de un jet con inmersión parcial
- Fig. 13 Detalle de una tubería
- Fig. 14 Diagrama esquemático
- Fig. 15 Dimensiones y especificaciones
- Fig. 16 Vista semi frontal de área de teñido
- Fig. 17 Vista aérea del área de teñido
- Fig. 18 Llenar cantidad
- Fig. 19 Alimentar auxiliares y químicos
- Fig. 20 Cargar
- Fig. 21 Alimentar colorantes
- Fig. 22 Dosificación
- Fig. 23 Muestra
- Fig. 24 Desagüe
- Fig. 25 Llenar cantidad enjuague
- Fig. 26 Esquema de conexiones del intercambiador
- Fig. 27 Colocación de sensor FD-R80
- Fig. 28 Sensor FD-R50

Fig. 29 Grafica de temperatura de salida del intercambiador

Fig. 30 Propuesta de proyecto

Fig. 31 Cisterna

Fig. 32 Tanque de almacenamiento 10,000 litros

Fig. 33 Tanque de 20,000 litros

Fig. 34 Dibujo representativo de bomba centrifuga

Fig. 35 Curva de rendimiento de bomba centrifuga

Fig. 36 Cotización de tanque a 10,000 litros

Fig. 37 Cotización de cisterna

Fig. 38 Cotización de tubería de bomba a tanque de 20,000 litros

Fig. 39 Cotización de tanque a bomba

Fig. 40 Cotización de tanque 10,000 litros a Jet

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1.2.- Tiempos por proceso

Tabla 3.1.3.- Pasos para teñido

Tabla 4.1.1.- Monitoreo general

Tabla 4.1.2.- Monitoreo 28 a 29 de octubre

Tabla 4.1.3.- Monitoreo de temperatura

Tabla 4.1.4.- Litros por minuto

Tabla 4.1.6.- Litros por proceso

Tabla 4.1.7.- Monitoreo por una semana

Tabla 4.1.8.- Promedio de litros por día

Tabla 4.1.9.- Promedio de litros por mes

Tabla 4.1.10.- Promedio de m^3 por mes

Tabla 4.1.11.- Ahorro total de tratamiento de agua

Tabla 4.4.1.- Cotización proyecto Jet

RESUMEN

Este proyecto está enfocado al análisis de recuperación de energía calorífica en el área de teñido, específicamente en la máquina de teñido tipo Jet, modelo THEN SUPRATEC LTM, en una empresa que se dedica a la industria textil en el estado de Huejotzingo Puebla.

El objetivo de este proyecto es el aprovechamiento de la energía térmica producida en el Jet que ayude a minimizar tiempos de teñido, reducir las emisiones de CO₂ y principalmente a reducir costos.

Dicho análisis se realizó a través de toda la información proporcionada por el departamento del área de teñido como son manuales de operación del equipo, esquemas de conexiones, monitoreos de flujo y finalmente por la experiencia del personal que son los operadores que son quienes ejecutan los procesos de teñido. Es por lo que, con base a toda la información recabada se han encontrado áreas de oportunidad que consideran muy importantes y que puede ayudar a mejorar en el aprovechamiento de la energía.

Se encontraron áreas donde se podía aprovechar la energía térmica por lo que se decidió proponer un tanque de almacenamiento con geometría cilíndrica que contará con aislamiento térmico el cual permitirá recuperar energía de desecho que se produce en el intercambiador de calor.

Durante la realización del proyecto se logró dar cuenta de que era necesario tener una cisterna para de ahí bombearla directamente al tanque de almacenamiento, esto debido a que la presión del agua que sale del intercambiador de calor no es suficiente.

Por último, se consideró importante conectar un tanque de almacenamiento térmico extra para en caso de exceder la capacidad de este, se pueda mandar directamente a otro para así recuperar la mayor cantidad de energía.

1.1 INTRODUCCIÓN

Este trabajo está enfocado a coadyuvar con el área de teñido para el aprovechamiento de la energía calorífica generada dentro de la maquina de teñido tipo jet. Para el logro de estos resultados esperados es necesario diseñar un sistema de recuperación de calor residual.

El calor residual es el excedente de calor que se produce durante el funcionamiento de una máquina, un aparato o como consecuencia de procesos que utilizan la energía. El aprovechamiento de esta energía térmica como medida de eficiencia energética es posible, incluso, desde casa. Una forma de ahorrar energía y contribuir con la sostenibilidad del planeta.

Cuando se habla de calor residual se refiere, por regla general, a aquel que se produce en algunas máquinas cuando están realizando algunas de sus funciones y que contienen distintos productos implicados en el proceso que catalizan energía. Sin embargo, en ocasiones su temperatura alcanza unos niveles muy elevados que es complicado de almacenar. Además, los materiales termoeléctricos resultaban hasta hace pocos años muy costosos para desarrollar, y su eficiencia a la hora de convertir energía estaba en entredicho. Por ello habitualmente este calor residual se liberaba al medioambiente y no se aprovechaba para nada.

En la última década esto ha cambiado, y han comenzado a desarrollarse sistemas que aprovechan este calor como energía residual para mejorar la eficiencia energética de los equipos y contribuir a frenar los efectos del cambio climático y el despilfarro energético.

El encarecimiento de los combustibles fósiles y, en general, las mayores necesidades energéticas de la población (tanto en los entornos residenciales como por parte de las industrias) han llevado a que se ponga en valor de la energía residual que, hasta hace relativamente poco, no se aprovechaba y se perdía.

La energía residual es uno de los recursos energéticos con mayor facilidad en el planeta y a pesar de las innovaciones recientes, aún es posible incorporar más iniciativas para su utilización y aprovechamiento. De hecho, si se usara más, es muy probable que se redujera de manera relevante el volumen de emisión de gases de efecto invernadero a la atmosfera, produciéndose electricidad a un precio menor de generación que la que se obtiene a través de los combustibles fósiles.

1.2 PROBLEMAS A RESOLVER

El calor residual en los efluentes de los procesos industriales supone una importante pérdida de energía térmica en la industria. El aprovechamiento de este calor supone una mejora en la eficiencia energética y una reducción de emisiones de CO_2 de la planta.

La necesidad de mejorar la eficiencia energética en la industria es uno de los retos principales en el proceso de transición energética actual hacia un modelo económico bajo en carbono. Las industrias intensivas energéticamente consumen importantes volúmenes de energía para sus procesos mecánicos, físicos o químicos. Gran cantidad de esta energía consumida – entre un 20 y un 50% - no se aprovecha y es emitida al medio ambiente en forma de calor residual.

En este proyecto presentamos una propuesta para el aprovechamiento del calor residual que se produce en el área de teñido con ayuda de la energía calorífica que se produce en el intercambiador de la máquina de teñido (Jet). De esta forma proponemos una alternativa a la necesidad de obtener energía calorífica, utilizando el agua que entra al intercambiador, sin generar contaminación y aprovechando el calor residual.

Al crear un sistema de recuperación de energía calorífica con una cisterna y un tanque de almacenamiento para reutilizarla en otro proceso de teñido, o bien en algún otro proceso que se requiera en la planta AUNDE MEXICO.

Al realizar este proyecto estamos ayudando a usar un sistema de alto rendimiento que es amigable con el medio ambiente y estamos reduciendo al mismo tiempo emisiones de gases de efecto invernadero como es el CO_2 .

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Realizar un estudio para la recuperación de energía calorífica en el proceso de teñido de la planta AUNDE MEXICO, mediante el diseño de un depósito de almacenamiento con aislante térmico.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar un diagnóstico de la situación actual del área de teñido analizando y calculado cuanta energía se puede recuperar en el proceso.
- Diseñar un sistema de recuperación de energía calorífica enfocado en las necesidades de la planta AUNDE MEXICO.
- Implementación y desarrollo del proyecto en el área anteriormente citada y la comprobación de la eficiencia en el proceso.

1.4 JUSTIFICACION

La contaminación ambiental es provocada por muchas actividades humanas como el transporte, el consumo de alimentos chatarra o los procesos de producción efectuados por las máquinas de combustión interna. Por ejemplo, los motores de los medios de transporte generan emisiones a la atmosfera, provocando el llamado efecto invernadero, dichas emisiones son una composición de gases principalmente de bióxido de carbono, vapor de agua y metano.

Estos gases por su composición tienden a subir a la atmosfera que es donde se alojan formando una capa densa, capaz de absorber o emitir radiación infrarroja o calor.

La realización de este proyecto es con el objetivo de aprovechar y reutilizar la energía calorífica además de recuperar el agua, la implementación de este sistema de recuperación de energía calorífica nos permitirá ahorrar dinero, agua y apoyar al cuidado del medio ambiente.

Este proyecto traerá los siguientes beneficios:

- Reducir el impacto al medio ambiente
- Reducir la demanda y la presión sobre el suministro de agua
- Eliminar la necesidad de transportar el agua
- Hacer más rentable a la empresa

1.5 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA U ORGANIZACIÓN Y DEL PUESTO O ÁREA DE TRABAJO DEL ESTUDIANTE

Logo de la empresa, nombre y dirección.

La compañía produce textiles para los principales fabricantes de carros en América del Norte.



AUNDE S.A. de C.V.

Misión

Nuestro objetivo, es desarrollar un compromiso de colaboración con nuestros clientes que le ayuden en el desempeño de optimas soluciones para el interior de los vehículos mediante aportación de valor añadido impulsado por una estrategia de innovación.

Visión

Perfeccionándonos en el proceso de internacionalización queremos conseguir el liderazgo el liderazgo global del mercado.

Valores

Nuestros valores como empresa son caracterizados por:

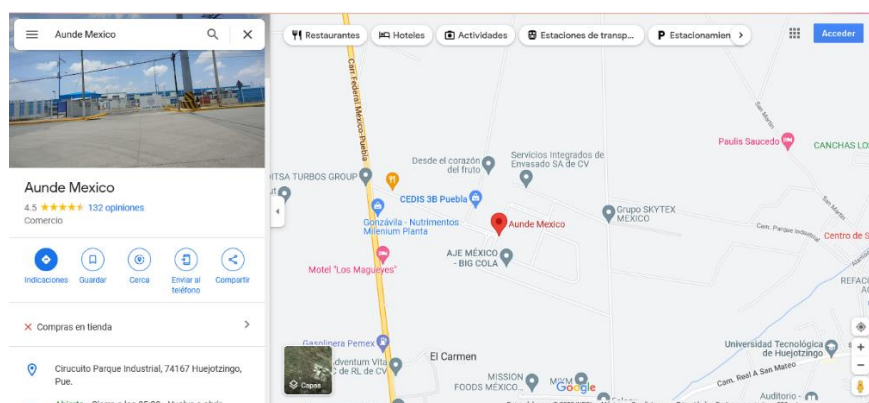
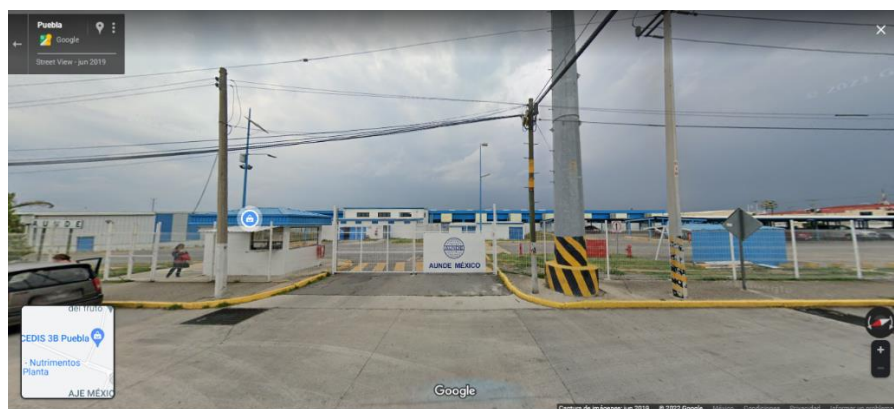
- Compromiso
- Innovación orientada al mercado
- Competencia Tecnológica Integridad y confiabilidad
- Espíritu emprendedor

AUNDE S.A. de C.V. es una compañía integrada dentro del Grupo AUNDE, empresa textil fundada en 1899 en Mönchengladbach (Alemania), dedicada en sus inicios a la industria textil para el hogar, que en la actualidad se ha convertido en una importante multinacional,

con 83 plantas en el mundo, 37 de ellas dedicadas a la fabricación de textiles para automoción, tren, autobús, barco y avión.

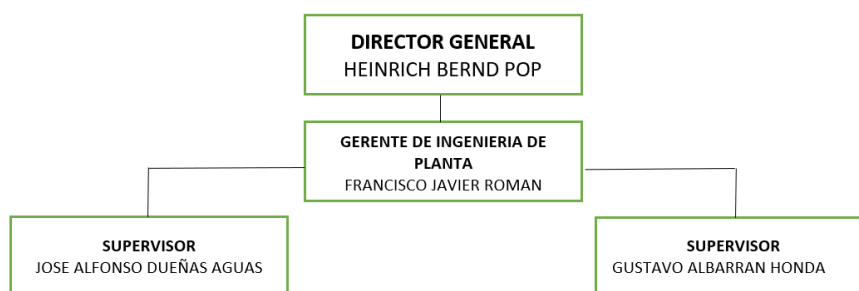
Ubicación

Lote 1 Manzana “C” Parque Ind. San Miguel Santa Ana Xalmimilulco, Huejotzingo Puebla.



El alumno Steven Vásquez Ramos se encuentra en el área de ingeniería de planta desarrollando el proyecto (Recuperación de Energía Calorífica en el Proceso de Teñido).

Organigrama del área de mantenimiento



2.1 MARCO TEORICO

- **Intercambiador de calor:**

Un equipo de intercambio de calor es el que transfiere energía térmica desde una fuente o un fluido a alta temperatura hacia un fluido a baja temperatura con ambos fluidos moviéndose a través del aparato. Esta transferencia puede realizarse por contacto directo entre los fluidos o a través de una pared que separa la fuente y el fluido o los fluidos

- **Calor:**

Transferencia de energía térmica (es decir, de energía y entropía). Ocurre siempre desde un material caliente a uno más frío. La transferencia de calor puede cambiar la energía interna de los materiales.

- **Energía interna:**

La energía que poseen todas las moléculas y electrones de los que están compuestos los materiales por el hecho de estar vibrando continuamente.

- **Condensación:**

La condensación es un cambio de estado de la materia, en el que una sustancia pasa de estado gaseoso a estado líquido, alterando sus propiedades físicas.

Fundamentos de la transferencia de calor

La transferencia de calor clásica ocurre solamente a través de los procesos de conducción, convección, radiación o cualquier combinación de ellos. La transferencia de calor asociada al cambio de fase de una sustancia (como, por ejemplo, la asociada al proceso de ebullición del agua líquida) a veces se considera como un tipo de convección. La definición de estos procesos es la siguiente:

- **Conducción:**

Es un proceso mediante el cual fluye el calor desde una región alta de temperatura o a otra de baja temperatura dentro de un medio (sólido, líquido y gaseoso), o entre medios diferentes que estén en contacto físico directo. La energía se transmite por comunicación molecular sin desplazamiento apreciable de las moléculas.

- **Convección:**

Es un proceso de transporte de energía por la acción combinada de conducción de calor, almacenamiento de energía y movimiento de mezcla. Tiene gran importancia como mecanismo de transferencia de energía entre una superficie sólida, líquido o gas.

- **Radiación:**

Es un proceso por el cual fluye calor desde un cuerpo de alta temperatura a uno de baja temperatura, cuando estos están separados por un espacio, incluso puede ser el vacío.

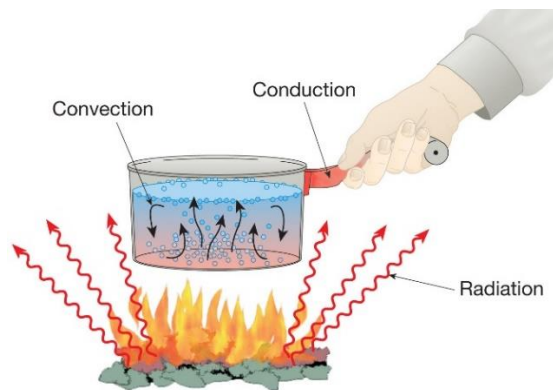


Figura 1.- Transferencia de calor

2.2 CLASIFICACIÓN DE LOS EQUIPOS DE TRANSFERENCIA DE CALOR

Se puede diferenciar una gran cantidad de criterios para clasificar los equipos de transferencia de calor, pero las más comunes son las que a continuación se enuncian:

- Clasificación según la trayectoria de los fluidos
- Clasificación según la forma en que el calor es transferido
- Clasificación según la aplicación
- Clasificación según la características de construcción
- Clasificación según el número de fluidos involucrados

➤ Clasificación según la trayectoria de los fluidos

De acuerdo con la trayectoria que tienen los fluidos que intervienen en el proceso de los equipos los intercambiadores pueden clasificarse en: Intercambiadores de flujo en paralelo, intercambiadores de flujo contracorriente, intercambiadores de flujo cruzado de un solo paso o intercambiadores de flujo cruzado de pasos múltiples. Los más comunes son los dos primeros:

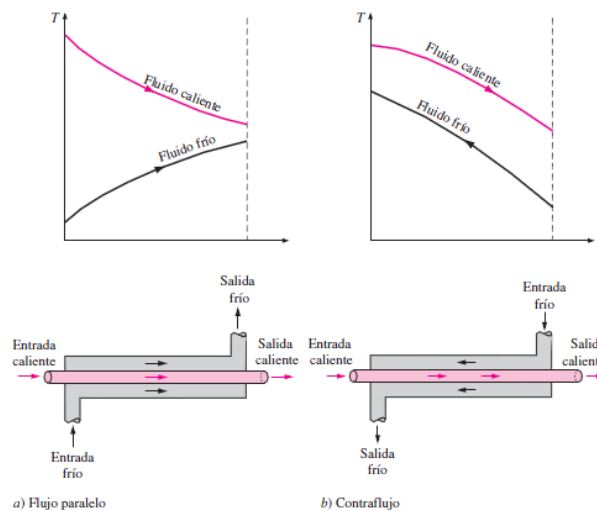


Figura 2.- Clasificación según la trayectoria de los fluidos

- **Flujo en paralelo:**

En esta distribución los fluidos caliente y frío entran por el mismo extremo de la unidad, fluyen a través de ella en la misma dirección y salen por el otro extremo. La diferencia de temperatura es grande al principio, pero decae rápidamente al aumentar la distancia. Es importante señalar que, para tal intercambiador, la temperatura de salida del fluido frío nunca excede la del fluido caliente.

- **Flujo en contracorriente:**

Distribución en la que los fluidos entran por extremos opuestos de la unidad y fluyen en direcciones opuestas. En contraste con el intercambiador de flujo paralelo, esta configuración hace que haya transferencia de calor entre las partes más calientes de los dos fluidos en un extremo, así como entre las partes más frías en el otro. El cambio en la diferencia de temperaturas a lo largo de la longitud del intercambiador es ostensiblemente menor que cuando el flujo es paralelo. La temperatura de salida del fluido frío puede exceder ahora la temperatura de salida del fluido caliente.

- **Flujo cruzado de un solo paso:**

Distribución en donde un fluido dentro de la unidad circula perpendicularmente a la trayectoria del otro.

- **Flujo cruzado de pasos múltiples:**

En esta distribución un fluido se desplaza transversalmente en forma alternativa con respecto a la otra corriente del fluido.

- **Clasificación según la forma en que el calor es transferido**

Según la forma en que el calor es transferido, los equipos de transferencia de calor se clasifican en tres categorías.

1. Regeneradores

2. Intercambiador de calor tipo cerrado
3. Intercambiador de calor tipo abierto

- **Regeneradores**

En estos equipos las dos corrientes de fluidos utilizan la misma vía de forma alternada, cuando pasa el fluido caliente el cuerpo del intercambiador absorbe el calor que luego cederá cuando pase el fluido frío. Es decir, el mismo espacio es ocupado alternativamente por los gases calientes y fríos entre los cuales se intercambia el calor. En general los regeneradores se emplean para recalentar el aire de las plantas de fuerza de vapor, de los hornos de hogar abierto, de los hornos de fundición o de los altos hornos y además en muchas otras aplicaciones que incluyen la producción de oxígeno y la separación de gases a muy bajas temperaturas.

- **Intercambiador de calor tipo cerrado:**

En este tipo de equipos, la transferencia de calor se realiza a través del cuerpo que separa las dos corrientes fluidas, este cuerpo puede ser un tubo, una placa o una pared que evita el contacto de los fluidos.

- **Intercambiadores de calor tipo abierto:**

Estos equipos realizan el intercambio de calor entre los fluidos permitiendo el contacto directo entre ellos.

➤ **Clasificación según la aplicación**

Ésta es la clasificación más práctica, general y conocida por todas las personas que de una manera u otra se han involucrado con estos equipos, porque cada equipo recibe un nombre preciso:

- Caldera
- Precalentador
- Horno

- Radiador
- Condensadores
- Torres de enfriamiento
- Aire acondicionado

- **Caldera**

Se llama caldera a un equipo que genera vapor para fuerza, procesos industriales o para obtener agua caliente. Son equipos diseñados para transmitir el calor generado por una fuente externa o por la combustión de algún material, a un fluido que puede ser agua o pueden ser líquidos térmicos o mercurio, en cuyo caso se llaman vaporizadores. Pero sea cual sea el producto final, que será muy seguramente vapor, debe ser generado y suministrado con un mínimo de pérdidas. Es un elemento muy común en las viviendas actuales:



Figura 3.- Caldera de cocina



Figura 4.- Caldera industrial

- **Precalentador:**

En calderas de vapor de grandes dimensiones, o en sistemas donde se requieren grandes temperaturas, el fluido de entrada es comúnmente precalentado en etapas, en lugar de tratar de calentar dicho fluido en una sola etapa desde el ambiente hasta la temperatura final. El precalentamiento en etapas incrementa la eficiencia de la planta y minimiza el choque térmico de los componentes, como es el caso de inyectar fluido a temperatura ambiente en una caldera u otro dispositivo operando a alta temperatura. En el caso de sistemas de generación de vapor, una porción del vapor generado es sustraído y utilizado como fuente de calor para recalentar el agua de alimentación en etapas.

- **Horno:**

Un calentador por combustión es un intercambiador de calor en el que el fluido de proceso fluye dentro de tubos y se calienta por radiación procedente de una llama de combustión y por convección desde los gases calientes de esta. Normalmente los hornos se dividen en tres partes:

- **Sección radiante:** donde los tubos están en presencia de la llama. En esta parte la transmisión de calor es por radiación en un 80 % aproximadamente y un 20 % por convección de la circulación de gases calientes alrededor de los tubos.
- **Sección de convección:** Los tubos están fuera del alcance de la llama. Los gases calientes se direccionan a través del paquete de tubos. El calor transmitido es por radiación de CO_2 y H_2O en los gases calientes además del calor por convección. Los tubos están equipados con aletas para mejorar las condiciones de transmisión de calor.
- **Sección de blindaje:** Las primeras filas de tubos del área de convección son la zona de choque. En ella los tubos no tienen aletas, reciben la misma cantidad de calor por ambos mecanismos.

- Radiador

Comúnmente, los intercambiadores de calor están pensados como dispositivos líquido/líquido solamente. Hay que tener en cuenta que un intercambiador de calor es cualquier dispositivo que transfiere calor a partir de un fluido a otro fluido. Por ello, algunas plantas dependen de intercambiadores de calor aire/líquido. El ejemplo más familiar de un intercambiador de calor aire/ líquido es un radiador de automóvil. El líquido refrigerante fluye por el motor y toma el calor expelido hasta llevarlo al radiador. Este líquido refrigerante fluye entonces por tubos que utilizan aire fresco del ambiente para reducir la temperatura del líquido refrigerante. Como el aire es un mal conductor del calor, el área de contacto térmico entre el metal del radiador y el aire se debe maximizar.

Esto se hace usando aletas en el exterior y se los tubos las cuales mejoran la eficacia de un intercambiador de calor y se encuentran comúnmente en la mayoría de los intercambiadores de calor del aire/líquido y en algunos intercambiadores de calor líquido/líquido de alta eficacia.



Figura 5.- Radiador Volkswagen Polo

- Condensadores

Los condensadores son aquellos equipos que convierten un fluido que está en estado gaseoso (vapor) a su estado líquido por medio de transferencia de calor desde un foco de enfriamiento, que es otro fluido (líquido y gaseoso), con una temperatura menor a una temperatura del vapor a condensar.

- **Torres de enfriamiento**

Una torre de enfriamiento es un equipo que utiliza la transferencia de calor y de masa para enfriar un líquido de trabajo, que entregará el calor por difusión y convección a una corriente de aire frío. Debido a la existencia del contacto directo entre los fluidos se eliminan algunas resistencias al flujo de calor.

- **Aire acondicionado:**

En un sistema central de aire acondicionado, el sistema de retorno de aire atrae hacia el sistema de conductos el aire caliente de la habitación. Este sistema de conductos está formado por un evaporador y un condensador. El refrigerante es bombeado desde el condensador al intercambiador del evaporador. A la vez que el refrigerante está circulando por el interior del evaporador, el aire caliente del interior de la casa está pasando sobre el evaporador. Como el refrigerante está más frío que el aire caliente, el refrigerante absorbe el calor del aire. El refrigerante después se dirige al condensador. Cuando el refrigerante caliente se dirige al condensador, es comprimido por el compresor; la compresión del refrigerante hace que éste hierva. El refrigerante, al hervir, desprende el calor que ha sido absorbido dentro de la casa. Entonces atraviesa la bobina dentro del condensador donde se enfría de nuevo y está listo para volver dentro y absorber más calor del interior de la casa.

En resumen, la unidad interior, situada en la pared, suelo, techo... es la que absorbe el exceso de calor de la habitación y hace circular el aire frío por la misma, y la unidad exterior también llamada condensador, es a través de la cual se elimina el exceso de calor absorbido, hacia el exterior. Estas dos unidades están conectadas entre sí por tuberías.

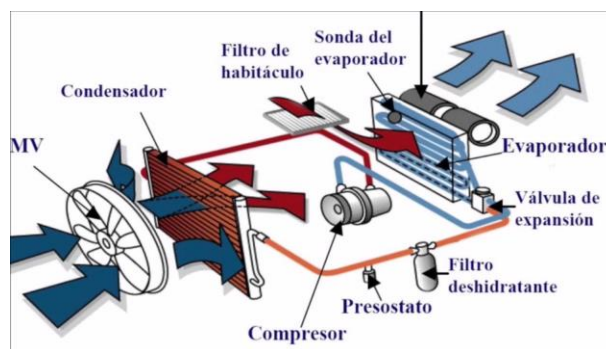


Figura 6.- Funcionamiento aire acondicionado



Figura 7.- Parte visible aire acondicionado

➤ Clasificación según características de construcción

Los intercambiadores de calor son frecuentemente caracterizados por características de construcción. Los cuatro principales tipos de construcción son:

- Intercambiadores de calor tubulares
- Intercambiadores de calor de placas
- Intercambiadores de calor de casco y tubos
- Intercambiadores de calor tipo de tubo espiral

- **Intercambiadores de calor tubular:** Este intercambiador es generalmente construido por tubos circulares, elípticos, rectangulares, redondos y planas. Existe una considerable flexibilidad en el diseño, porque la geometría puede variar fácilmente cambiando el tubo de diámetro, posición y longitud. Este intercambiador de calor es diseñado para presiones relativamente altas. Se utilizan principalmente líquido-líquido y líquidos con cambios de fase (condensación y evaporación). Se utilizan para gas-líquido y gas-gas en las aplicaciones de transferencia de calor en las que la temperatura y presión de funcionamiento son muy altas.



Figura 8.- Intercambiador tubular

- **Intercambiadores de calor de placas:** consisten en una estructura con placas metálicas generalmente corrugadas y montadas a presión, que forman el área necesaria para la transferencia de calor, con orificios de acuerdo con la disposición de flujo. Estos intercambiadores no pueden soportar altas presiones ni temperaturas.

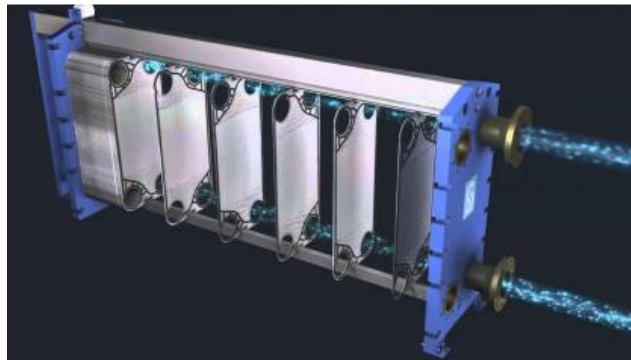


Figura 9.- Intercambiador de placas

- **Intercambiadores de calor de carcasa y tubos:** Los intercambiadores de calor de tipo carcasa y tubos son aquellos en los cuales ocurre transferencia de calor entre dos corrientes fluidas que no se mezclan o que no tienen contacto entre sí. Las corrientes de fluido que están involucradas en esa forma están separadas entre sí por una pared de tubo, o por cualquier otra superficie, la cual forma el camino de transferencia del calor. Este intercambiador es construido para evitar fugas, por facilidad de limpieza, y para controlar más fácilmente la corrosión.

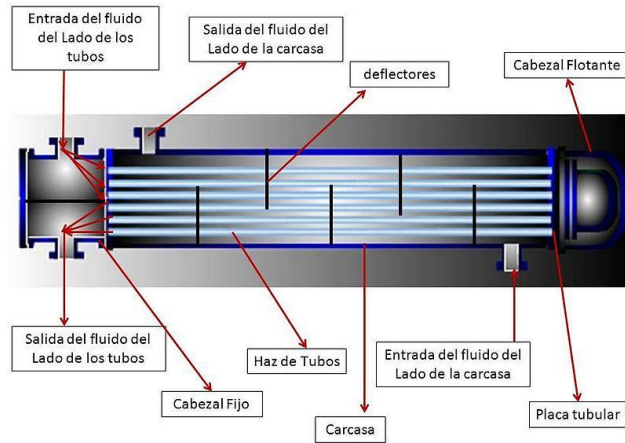


Figura 10.- Intercambiador de carcasa y tubos

- **Intercambiador de calor tipo tubo espiral:** Este intercambiador consiste en una o más bobinas en forma de espiral colocadas dentro de un depósito. La tasa de transferencia de calor asociada con un tubo en espiral es mayor que la de un tubo recto. La desventaja de este intercambiador es la limpieza del mismo.

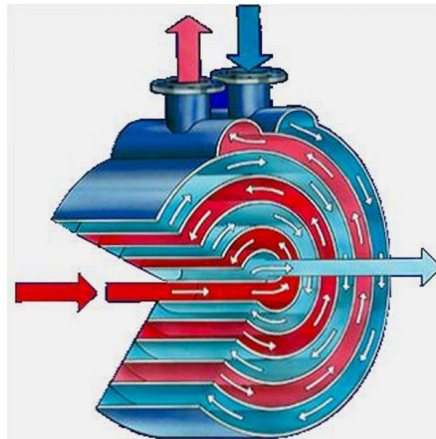


Figura 11.- Intercambiador tubo espiral

- Clasificación según el número de fluidos involucrados

La mayoría de los procesos de disipación o recuperación de energía térmica envuelve la transferencia de calor entre dos fluidos, de aquí que los intercambiadores de dos fluidos sean los más comunes, sin embargo, se encuentran equipos que operan con tres fluidos. Por ejemplo, en procesos criogénicos y en algunos procesos químicos: separación aire helio, síntesis de amonio, etc.

2.3 DESCRIPCION DE LA MAQUINA TIPO JET

La máquina de teñido (Jet) recibe ese nombre porque dentro de esta ocurre un proceso de tintura por agotamiento, el colorante se encuentra disuelto en el seno de una solución (baño de pintura), y se fija en la materia textil como consecuencia de una transferencia del colorante del baño a la fibra, que se produce por la intervención de las fuerzas de afinidad entre el colorante y la materia textil a teñir.

En estas máquinas, donde tanto el baño y el material están en movimiento, se utilizan para la preparación y teñido en cuerda; el tejido es arrastrado y conducido a través de la maquina solo por la fuerza de un flujo. Funciona con temperaturas altas (gamas de temperatura máxima entre 135° y 140°C).

Podemos dividir estas máquinas en dos categorías maquinas parcialmente llenas de baño (para tejidos de fibras sintéticas) y maquinas completamente llenas de baño (para telas más delicadas).

Jet de inmersión parcial

La parte externa de la maquina se compone de una autoclave, generalmente horizontal y de forma cilíndrica, con una torreta en un lado, provista de una puerta de acceso y una ventana; la tobera del jet desde donde empieza un tubo se monta generalmente en el interior de la torreta. El tubo pasa por encima (o debajo, dependiendo del modelo) de la autoclave y finaliza en el lado opuesto inferior, asegurando así una conexión continua.

La cuerda de la tela se mueve lentamente en el interior de una cubeta especial de la autoclave, parcialmente sumergida en el baño, hasta llegar compartiendo de elevación (la torreta). Dentro de la torreta la cuerda se levanta y es tomada por un cilindro conductor (carrete) e ingresa en la tobera. La cuerda se mueve a lo largo del tubo de retorno y se envía de nuevo (plegada) al lado opuesto de la tinta para comenzar nuevamente el ciclo.

El baño circula por medio de una bomba centrífuga o de una bomba axial multi etapa, pasa a través de un intercambiador de calor antes de ser enviado a la tobera.

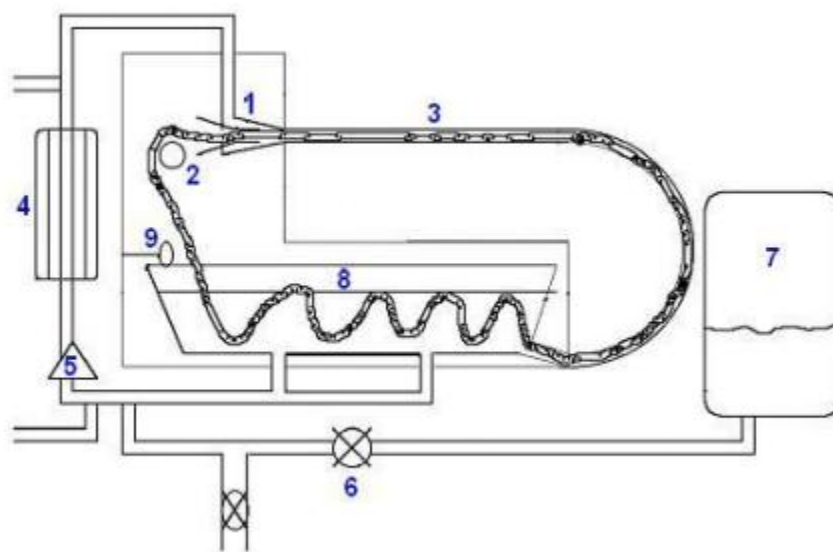


Figura 12.- Diagrama de un jet con inmersión parcial (1) Tobera (2) Cilindro guía (3) Tubo de transporte (4) Intercambiador de calor (5) Bomba de circulación de baño (6) Bomba auxiliar (7) Tina de adición (8) Batea con tejido (9) Sensor magnético

La parte externa del sistema de conducción hidráulica aplica el principio Venturi está formada por un embudo externo (boquilla) para el paso de tejido de forma coaxial con el mismo; el baño, forzado a través del embudo con una presión específica, es acelerado progresivamente en la sección más pequeña del embudo (diámetros A y B en la figura 56), hasta alcanzar velocidades muy altas (500- 1400 m/min, dependiendo del flujo y de los diámetros). El flujo del baño está fuertemente dirigido hacia el tejido en el interior del tubo de transporte. La fricción generada por el rápido flujo entre el baño de colorante y la cuerda hace que tejido flote a través del tubo; al mismo tiempo, el poderoso movimiento del flujo facilita la eliminación de arrugas en la cuerda.

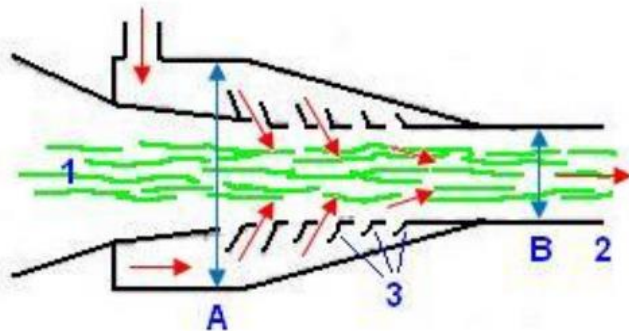


Figura 13.- Detalle de una tobera (1) Tejido (2) Tubo de transporte (3) Aletas

La velocidad de circulación del tejido se puede ajustar: en máquinas más antiguas, un by-pass provisto de una válvula ajustable controla el flujo del baño a la tobera y en consecuencia, la velocidad de transporte de la tela; en modelos más recientes este ajuste se realiza mediante bombas de caudal variable con inversores y/o boquillas ajustables.

En general, el baño debe ser recirculado al menos cada 30-60 segundos: en cada recirculación el baño pasa a través del intercambiador de calor, realizando así un buen control de la temperatura tanto para la calefacción o el enfriamiento rápido, permitiendo un teñido rápido y uniforme. La cuerda de tela debe realizar un ciclo completo cada 1-2 minutos (para evitar las arrugas debido a los tiempos excesivos dentro de la tina).

El tipo y tamaño de tobera determinan el rango del peso de los tejidos a tratar. Algunas máquinas son particularmente adecuadas para tejidos ligeros, medianos o pesados, mientras que otras pueden procesar tejidos de diferentes pesos mediante la sustitución o el ajuste de la boquilla.

Las condiciones de funcionamiento de este tipo de máquina aseguran una distribución rápida y uniforme del colorante (o de otros productos químicos) en el tejido y por lo tanto cortos tiempos de proceso, como la cuerda se mueve a lo largo del tubo a velocidades muy altas (hasta 400-600 m/min), los tejidos delicados y de fibras cortas pueden ser afectados negativamente por arañazos o formación de vellosidad en su superficie.

La gran diferencia de velocidad entre el baño y la cuerda que fluye dentro del tubo, así como la elevación de la tela desde el tanque de recogida puede causar posibles distorsiones de tejidos elásticos.

Especificaciones y modelo

Maquina: THEN SUPRATEC LTM

Modelo: LTM SUPRATEC 150 -2-2-S1

Versión: v1.2

Maquina larga para pintura de alta Temperatura

- **Flexibilidad**

Habilidad para teñir las más delicadas telas y artículos pesados en el mismo tubo / Modo, "OVERFLOW" O, JET"

- **Productividad**

Sistema de Plegado preciso para evitar enredos

- **Ahorro de agua/ energía**

Flexibilidad en términos de relación de baño con enormes ahorros en energía, agua y auxiliares

Diagrama esquemático

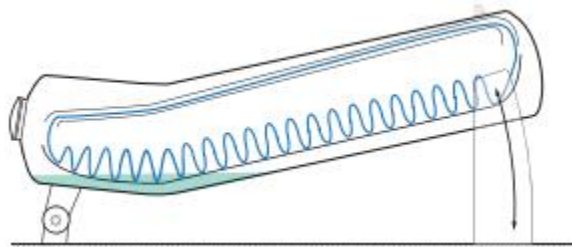


Figura 14.- Diagrama esquemático

Dimensiones y especificaciones

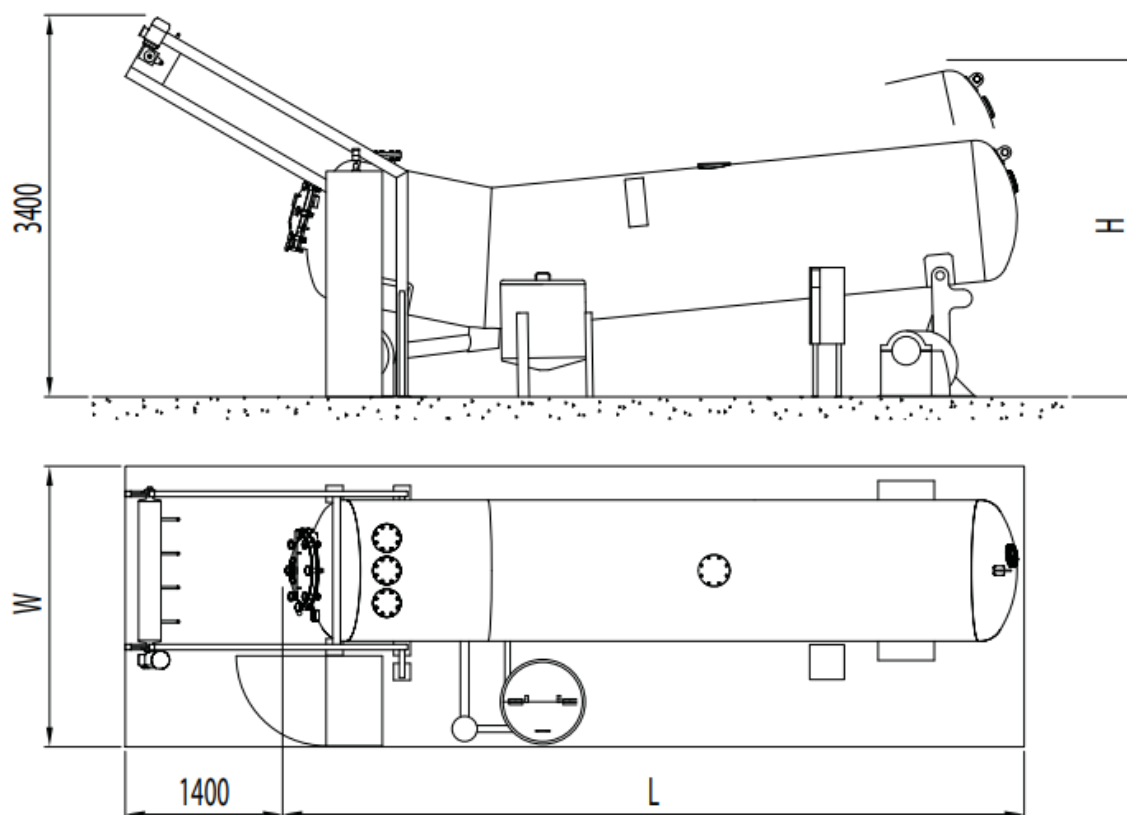


Figura 15.- Dimensiones y especificaciones

Altura: 3 m

Longitud: 6.6 m

Ancho: 2.5 m

3.1 PROCEDIMIENTO Y DESCRIPCION DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS

3.1.1 CONOCIMIENTO DEL AREA DE TEÑIDO

Para familiarizarse en este campo lo primero fue conocer el área de teñido en la planta AUNDE MEXICO S.A. C.V. que cuenta con una cocina de color, donde se almacena el colorante, los químicos entre otras sustancias, así como también la maquinaria involucrada como lo son el abridor de tela marca Bianco y la máquina de teñir con la que realizan los primeros teñidos dentro de esta planta. La máquina de teñido es una tipo Jet marca Then, modelo: LTM SUPRATEC 150 -2-2-S1



Figura 16.- Vista semi frontal del área de teñido



Figura 17.- Vista aérea del área de teñido

3.1.2 CONOCIENDO EL PROCESO

El proceso de teñido consiste en introducir tela dentro de dos tubos de acero inoxidable a altas temperatura donde se produce tintura por agotamiento que no es mas que el colorante disuelto en el seno de una solución que se fija en la tela como consecuencia de una transferencia del colorante del baño a la fibra.

Se realizo el seguimiento y análisis del proceso en el área de teñido, por lo cual se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se realiza 3 tipos de tonos de teñido que son los siguientes: tono claro, tono medio y tono intenso.
- Los tonos claros y medios tienen el mismo programa.
- Los tonos intensos requieren de más agua y tiempo esto debido a que el proceso es más tardado.
- Existen 2 tipos de lavado de máquina que son: lavado sencillo y lavado intenso.

Sabiendo esto, se monitoreo el tiempo por cada proceso y se registró en la siguiente tabla:

En la siguiente tabla se muestra el monitoreo por cada proceso de teñido con los siguientes resultados, en un proceso de teñido de tono claro y tono medio son alrededor de 3:30 horas a 4 horas aproximadamente, el tono intenso de 4:30 horas a 6:00 horas esto debido a que en este proceso se requiere una segunda subida de temperatura.

3.1.2.- Tiempos por proceso.

Tiempo de Proceso (hrs)	
Tono	Tiempo
Claro	3:30 a 4:00 hrs
Medio	3:30 a 4:00 hrs
Intenso	4:30 a 6:00 hrs

3.1.2 Tiempos por proceso Se realizo para tener en cuenta que tiempo en horas dura cada proceso de teñido.

3.1.3 DESCRIPCIÓN DE PASOS PARA TEÑIDO

Paso No.1 Inicio de programa: Primero se carga el programa donde se configuran los parámetros del teñido, como son el peso de la carga que se va a teñir, si vas a utilizar uno o dos tubos (conocidos comúnmente como salchichas) y si vas a utilizar 4 cuerdas o solo 2 entre otros parámetros.

Paso No.2 Llenar Cantidad: Se procede a introducir el agua, se introducen 2600 litros directamente de la línea, que llega aproximadamente a 25°C.



Figura 18.- Llenar cantidad

En la figura 18 se muestra una foto de la pantalla del tablero de la maquina donde se muestra cuantos litros tienen que introducir y aun lado cuantos litros lleva.

Paso No.3 Control de Temperatura: Se eleva la temperatura del agua hasta los 50°C

Paso No.4 Sin Función:

Paso No.5 Alimentar: Se realiza la adición de los auxiliares y químicos como son: Antiespumante, tensocar y estabilizador LAM/M.

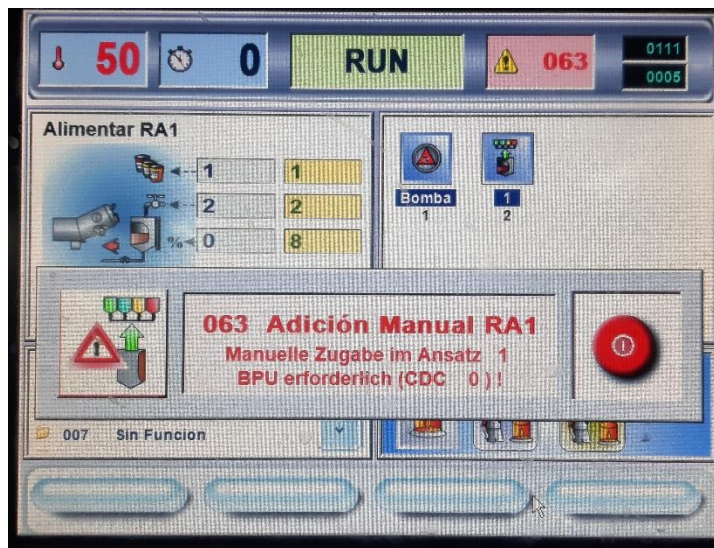


Figura 19.- Alimentar auxiliares y químicos

En esta imagen se muestra la alerta que muestra la pantalla cuando se tiene que agregar los auxiliares y químicos.

Paso No.6 Cargar: Se procede a introducir la tela a teñir en las 2 o 4 cuerdas según sea el caso.



Figura 20.- Cargar

En la figura 20 se muestra el tiempo que se tiene para introducir la tela a teñir, pero estos parámetros los puede modificar el operador si lo requiere.

Paso No.7 Sin Función:

Paso No.8 Alimentar: Se procede a realizar la adicción de colorantes

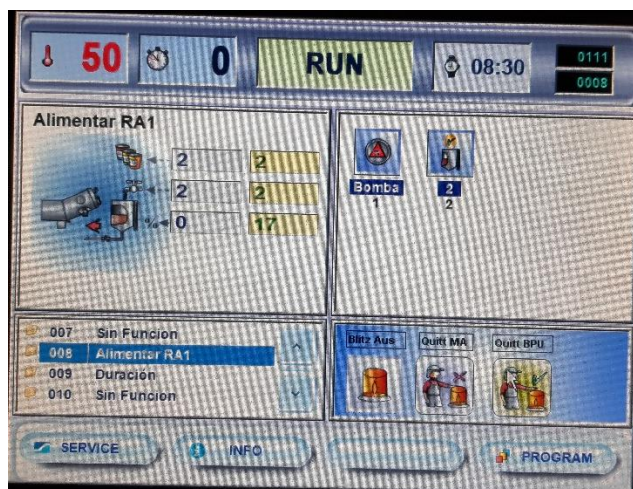


Figura 21.- Alimentar colorantes

En la figura 21 se muestra el proceso cuando se agrega el colorante

Paso No.9 Duración: 5 min.

Paso No.10 Sin Función:

Paso No.11 Dosificación: Permite que el colorante se distribuya de manera uniforme en toda la extensión del material

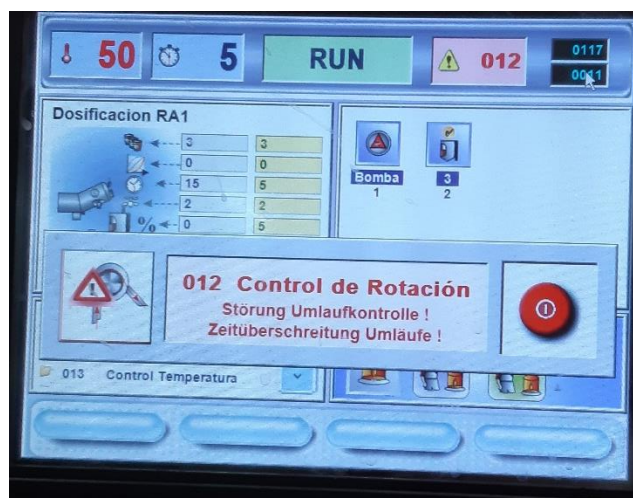


Figura 22.- Dosificación

En la figura 22 se muestra la alerta cuando se realiza la dosificación.

Paso No.12 Duración: 4 min.

Paso No.13 Sin Función:

Paso No.14 Dosificación: Permite que el colorante se distribuya de manera uniforme en toda la extensión del material

Paso No.15 Control de Temperatura: Se eleva la temperatura hasta los 70°C

Paso No.16 Control de Temperatura: Se vuelve a elevar la temperatura hasta los 130°C a 1.5°C/min durante 35 min.

Paso No.17 Control de Temperatura: Comienza el descenso de temperatura hasta los 70°C a 1.0°C/min.

Paso No.18 Control de Temperatura: Se continua con el descenso de temperatura hasta los 60°C a 0.0°C/min.

Paso No.19 Muestra: Permite un intervalo de tiempo para revisar el teñido.



Figura 23.- Muestra

En la figura 23 se muestra el intervalo de tiempo que se tiene para revisar la calidad de teñido de la tela.

Paso No.20 Control de Temperatura: Realiza el ultimo descenso de temperatura hasta los 55°C a 0.0°C/min.

Paso No.21 Desagüe: Se procede a tirar toda el agua de teñido directamente al desagüe.

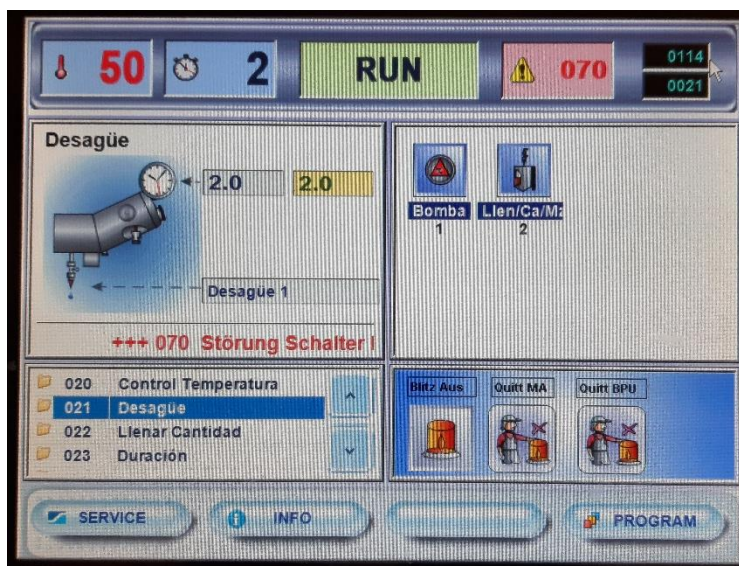


Figura 24.- Desagüe

En la figura 24 se muestra el proceso de desagüe que lleva la máquina.

Paso No.22 Llenar Cantidad: Introduce 1,600L de agua directamente de la línea para realizar un enjuague de máquina.



Figura 25.- Llenar cantidad enjuague

En la figura 25 se muestra el proceso de los litros introducidos a los tubos del jet para proceder al enjuague de máquina.

Paso No.23 Duración: 10 min.

Paso No.24 Descargar: Te permite sacar la tela teñida.

Paso No.25 Desagüe: Procede a tirar el agua que había introducido para realizar el enjuague de máquina.

Paso No.26 Fin del Programa: Se termina el programa de teñido.

En la tabla siguiente se muestra un resumen de los pasos que se registran en el tablero de la máquina de teñido, empezando por el número de paso, la descripción del paso y por ultimo los parámetros importantes por cada paso, como lo son el tiempo, la cantidad y la temperatura.

3.1.3.- Pasos para teñido

PASOS PARA TEÑIDO				
Paso No.	Descripción	P1	P2	P3
1	Inicio de programa			
2	Llenar Cantidad	Agua 1	2600L	
3	Control de Temperatura	50°C	0.0°C/min	0 min
4	Sin función			
5	Alimentar	2	2	0%
6	Cargar	15 min		
7	Sin función	2	1	0
8	Alimentar	2	2	0%
9	Duración	5 min	ein	10%
10	Sin función	3	1	0
11	Dosificación	3	0%	10 min
12	Duración	4 min	ein	10%
13	Sin función	4	1	0
14	Dosificación	4	0%	5 min
15	Control de Temperatura	70°C	0.0°C/min	0 min
16	Control de Temperatura	130°C	1.5°C/min	35 min
17	Control de Temperatura	70°C	1.0°C/min	0 min
18	Control de Temperatura	60°C	0.0°C/min	0 min
19	Muestra	15 min		
20	Control de Temperatura	55°C	0.0°C/min	0 min
21	Desagüe	2.0 min		
22	Llenar cantidad	Agua 1	1600L	
23	Duración	10 min		
24	Descargar	15 min		
25	Desagüe	2.0 min		
26	Fin del Programa			

3.1.3 Pasos para teñido Se realiza para tener un registro de los pasos para un teñido, donde se muestran parámetros importantes.

3.1.4 ESQUEMA DE CONEXIONES DEL EQUIPO

Se reviso el esquema de conexiones de la maquina y se identificó las tuberías por el cual se va a recuperar la energía calorífica del proceso, en este caso serían las marcadas en la siguiente figura:

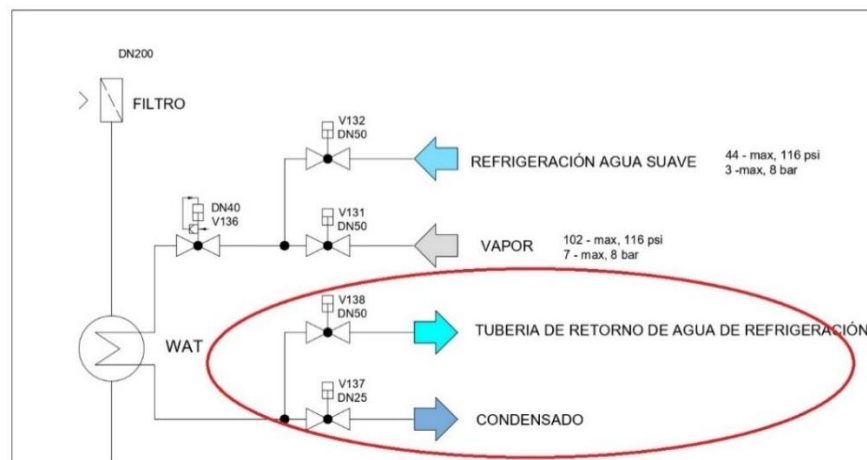


Figura 26.- Esquema de conexiones del intercambiador

La figura 26 muestra el esquema de conexiones del intercambiador, tanto las válvulas de entrada al intercambiador como las de la salida, en este caso se marcaron las tuberías de salida del intercambiador que son las válvulas v138 que es la tubería de retorno de agua de refrigeración y la tubería v137 que es la tubería del condensado.

3.1.5 MONITOREO GENERAL DEL PROCESO

Para hacer el monitoreo general del proceso se instaló un sensor de flujo de la marca KEYENCE de la serie FD- R80 en la tubería que abastece toda el agua que se ocupa en el área de teñido.

El sensor de flujo KEYENCE mide el flujo mediante el monitoreo del tiempo que tarda un pulso ultrasónico en viajar de un elemento emisor a uno receptor. A medida que el flujo aumenta, la señal se acelera y el tiempo de transmisión disminuye. La serie FD-R mejora con este método de detención, el supervisa dos señales simultáneamente (uno se mueve en el sentido de flujo y el otro en contra). Es por eso por lo que las lecturas siguen siendo coherentes y estables.



Figura 27.- Colocación de sensor FD-R 80

Para el monitoreo general se dejó instalado el sensor FD-R80 como se muestra en la figura 27 este sensor de flujo puede monitorear tubería de $2\frac{1}{2}$ " a 3" es por eso por lo que se colocó en la entrada principal al Jet que es donde se pudo obtener un registro del consumo total generado en el área de teñido.

3.1.6 MONITOREO DE SALIDA DEL INTERCAMBIADOR

Para el monitoreo de salida del intercambiador se tuvo que sustituir el sensor FD-R80 por un FD-R50 esto debido a que el diámetro de nuestra tubería era menor al de la entrada principal del jet, el sensor se colocó en la tubería de la salida del intercambiador, el sensor FD-R50 puede monitorear tuberías de $1\frac{1}{2}$ " a 2".



Figura 28.-Sensor FD-R50

La figura 28 muestra la colocación del sensor FD-R50 a la salida del intercambiador monitoreando el retorno de agua de refrigeración y el condensado.

4.1 RESULTADOS

4.1.1 MONITOREO GENERAL

Para el monitoreo general se realizó una tabla de los consumos en el área de teñido durante el mes de octubre del año 2022, esto es un registro de 10 días y como podemos apreciar los consumos por día son muy altos, por ello es muy importante la propuesta de este proyecto.

4.1.1.- Monitoreo general

YEAR	MONTH	DAY	TOTAL_PER_DAY
2022	10	19	25982
2022	10	20	33829
2022	10	21	31103
2022	10	22	24523
2022	10	23	0
2022	10	24	29482
2022	10	25	29764
2022	10	26	40457
2022	10	27	49711
2022	10	28	0

4.1.1.- Monitoreo general En esta tabla se muestra la fecha del monitoreo y los litros totales por día, estos datos recabados directamente del sensor FD-R80.

4.1.2 MONITOREO 28 Y 29 DE OCTUBRE

Para el monitoreo de la salida del intercambiador se realizó una tabla para el registro de los días 28 y 29 de octubre del 2022 y como podemos observar el agua que se puede recuperar por día es muy valiosa.

4.1.2 Monitoreo 28 a 29 de octubre

Monitoreo 28-10-2022 a 29-10-2022		
Fecha	Proceso	L. Totales
Viernes 28	Baño Tono Intenso	12,340
	Baño Tono Intenso	12,340
	Lavado Sencillo	17,736
Sábado 29	Baño Tono Medio	7,115
Total		49,531

4.1.2 Monitoreo 28 a 29 de octubre En esta tabla se muestra la fecha del monitoreo, el tipo de proceso que se realizó en el día los litros totales por proceso y finalmente el total por los procesos de los dos días monitoreados.

4.1.3 MONITOREO DE TEMPERATURA

Para el monitoreo de temperatura se hizo una medición manual en la salida del intercambiador durante un proceso de teñido de tono medio, revisando la temperatura en el tablero del jet y también comparándola con los registros de temperatura en el sensor.

4.1.3- Monitoreo de temperatura

Monitoreo de Temperatura Lunes 31 de Octubre							
Proceso: Baño tono medio	Temperatura		Grados X Min	Hr.	Litros	T. de salida de agua °C	
	T. Desenso	T. Proceso					
Desenso de Tem.	70°	120°	1°	11:56	2,896	79.3	838 Litros en 51 Minutos
	70°	110°	1°	12:06	2,896	89.1	
	70°	100°	1°	12:16	2,907	97.4	
	70°	90°	1°	12:21	2,946	99.2	
	70°	80°	1°	12:36	3,277	95.7	
	70°	70°	1°	12:46	3,734	96.1	
	60°	70°	0°	12:46	3,734	96.1	3,381 Litros en 39 Minutos
	60°	65°	0°	12:49	4,677	96.2	
	60°	61°	0°	12:52	5,759	96.8	
	60°	60°	0°	13:03	6,244	81.8	
	55°	57°	0°	13:23	6,772	74.2	
	55°	55°	0°	13:25	7,115	73.2	
Desagüe		53°		13:25	7,115		
Llenar cantidad (Enjuague)		35°		13:28	7,115		
Duración (Enjuague)		35°		13:32	7,115		
Fin del programa				13:53	7,115		
				Litros Totales	7,115	Promedio de Temperatura	90

4.1.3 Monitoreo de temperatura En esta tabla se realizó para observar el comportamiento de la temperatura de salida del agua, así como el promedio de temperatura.

Otra cosa importante en esta tabla es que una vez que no se controla la bajada de temperatura el aumento del consumo de agua aumenta considerablemente en un menor lapso.

4.1.4 LITROS POR MINUTOS

Para el monitoreo de litros por minutos se hizo un registro de cuantos litros por minuto se consumen en un proceso de descenso súbito, el cual nos arrojó los siguientes datos:

4.1.4.- Litros por minuto.

TABLA DE LITROS X MIN.	
TIEMPO	LITROS
00:00	0
00:30	180
01:00	340
01:30	509
02:00	669
PROMEDIO DE LITROS X MIN	334.5

4.1.4 Litros por minuto se realizo para tener en cuenta cuantos litros máximo por minuto se podrían esperar en un descenso súbito de temperatura el cual nos arrojo 334 litros por minuto.

4.1.5 TEMPERATURA DE SALIDA DEL INTERCAMBIADOR

Para la temperatura de salida del intercambiador se hizo una gráfica del promedio de temperatura del agua a la salida, con los datos registrados en la tabla 4.1.3 Monitoreo de temperatura durante el descenso de temperatura en un proceso de teñido.

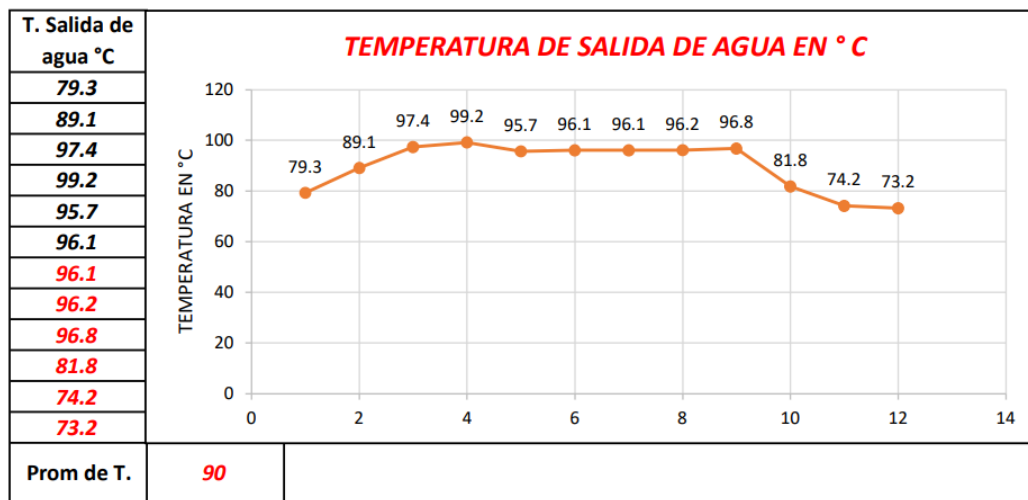


Figura 29.- Grafica de temperatura de salida del intercambiador

Figura 29.- Grafica de temperatura de salida del intercambiador se realizó para tener un promedio de la temperatura que podemos esperar en un proceso, en este caso nos dio una temperatura promedio de 90°C.

4.1.6 LITROS POR PROCESO

Para el monitoreo de litros por proceso se realizó un monitoreo de cuantos litros por proceso se podrían recuperar y se hizo un registro con los datos recabados.

4.1.6 Litros por proceso

<i>Litros que se podrían recuperar por proceso</i>	
Proceso	Litros
Baño tono claro o medio	7,115
Baño Tono Intenso	12,340
Lavado Sencillo	17,736

4.1.6 Litros por proceso muestra un registro de cuantos litros por proceso se podrían recuperar, esto es un aproximado por proceso, pero pueden variar según distintos factores.

4.1.7 MONITOREO POR UNA SEMANA

Para el monitoreo por una semana se dejó el sensor en la salida del intercambiador del 31 de octubre hasta el 5 de noviembre del 2022 y así obtener un registro aproximado de cuantos litros se pueden recuperar en una semana.

4.1.7.- Monitoreo por una semana

Monitoreo por una semana		
DIA	PROCESO	LITROS
LUNES 31-10-2022	Baño tono medio	20,189
	Baño tono medio	
	Baño tono medio	
Martes 01-11-2022	Baño tono medio	31,184
	Lavado sencillo	
	Baño tono medio	
Miercoles 02/11/2022	Descanso	0
Jueves 03-11-2022	Baño tono intenso	23,012
	Baño tono intenso	
	Lavado sencillo	
Viernes 04/11/2022	Baño tono medio	19,942
	Baño tono intenso	
Sabado 05/11/2022	Baño tono intenso	12,840
TOTAL		107,167

4.1.7 Monitoreo por una semana muestra un registro del consumo generado por día durante una semana de trabajo sin contar el día 2 de noviembre que no se laboró.

4.1.8 PROMEDIO DE LITROS POR DÍA

Para la tabla de promedio de litros por día se utilizó los datos recabados de la tabla 4.1.7 Monitoreo por una semana y se dividió por los 4.5 días de trabajo el cual nos dio el aproximado de cuantos litros por día se consumen en día normal de trabajo.

4.1.8.- Promedio de litros por día

Promedio de litros por día		
Litros por semana	Días	Total, litros por día
107,167 L	4.5	23,814 L

4.1.8 Promedio de litros por día muestra cuantos litros por día se consumen en el área de teñido.

4.1.9 PROMEDIO DE LITROS POR MES

Para el promedio de litros por mes se utilizaron los datos de la tabla **4.1.8 Promedio de litros por día** y se multiplicaron por los 22.5 días de trabajo al mes el cual nos dio el resultado de cuantos litros por se consumen aproximadamente.

Tabla 11.- Promedio de litros por mes

Promedio de litros por mes		
Litros por día	Días laborados por mes	Total, litros por mes
23,814 L	22.5	535,815 L

4.1.9 Promedio de litros por mes muestra un registro de cuantos litros se consumen durante 22.5 que son igual a un mes de trabajo.

4.1.10 PROMEDIO DE m^3 POR MES

Para el promedio de m^3 por mes se utilizaron los datos recabados en la tabla **4.1.8 Promedio de litros por día** en la que obtuvimos los litros por día y los multiplicamos por los 22.5 días laborados por mes.

4.1.10.- Promedio de m^3 por mes

Promedio de m^3 por mes		
Litros por día	Días laborados por mes	Total, m^3 por mes
23,814	22.5	535 m^3

4.1.10 Promedio de m^3 por mes muestra el promedio de litros en m^3 por mes.

4.1.11 AHORRO TOTAL DE TRATAMIENTO DE AGUA

En el ahorro total de tratamiento de agua da un resultado sumamente importante para la implementación de este proyecto ya que en esta tabla se muestra el costo total de tratamiento de agua, hablando solamente de los productos que se requieren, como lo son el hidróxido de sodio, coag A19, coag 100, hidróxido de sodio, cal y floculante. Esto significa para la empresa un ahorro económico importante, solo por evitar el tratamiento de agua innecesario y reutilizar la energía calorífica que se produce dentro del intercambiador en procesos nuevos de teñido.

4.1.11.- Ahorro total de tratamiento de agua

Ahorro total de tratamiento de agua por mes		
m^3 por mes	Precio por m^3	Costo total por mes
523 m^3	\$39	\$20,397.00

4.1.11 Ahorro total de tratamiento de agua considera los m^3 por mes y el precio por tratamiento del agua.

4.2 PROPUESTA DE PROYECTO

La propuesta de proyecto se hizo con base a los datos recabados, como la cantidad de agua que se puede recuperar por proceso, la temperatura de desecho y dejar de tratar energía calorífica que podemos utilizar para próximos procesos de teñido. La propuesta fue diseñar un sistema de recuperación de energía térmica que consiste en la realización de una cisterna junto al jet, un tanque de almacenamiento con geometría cilíndrica que cuente con aislante térmico y además que tenga la capacidad de almacenar 10,000 litros a una temperatura aproximada a los 90°C, este plano se realizó en el software AUTO CAD.

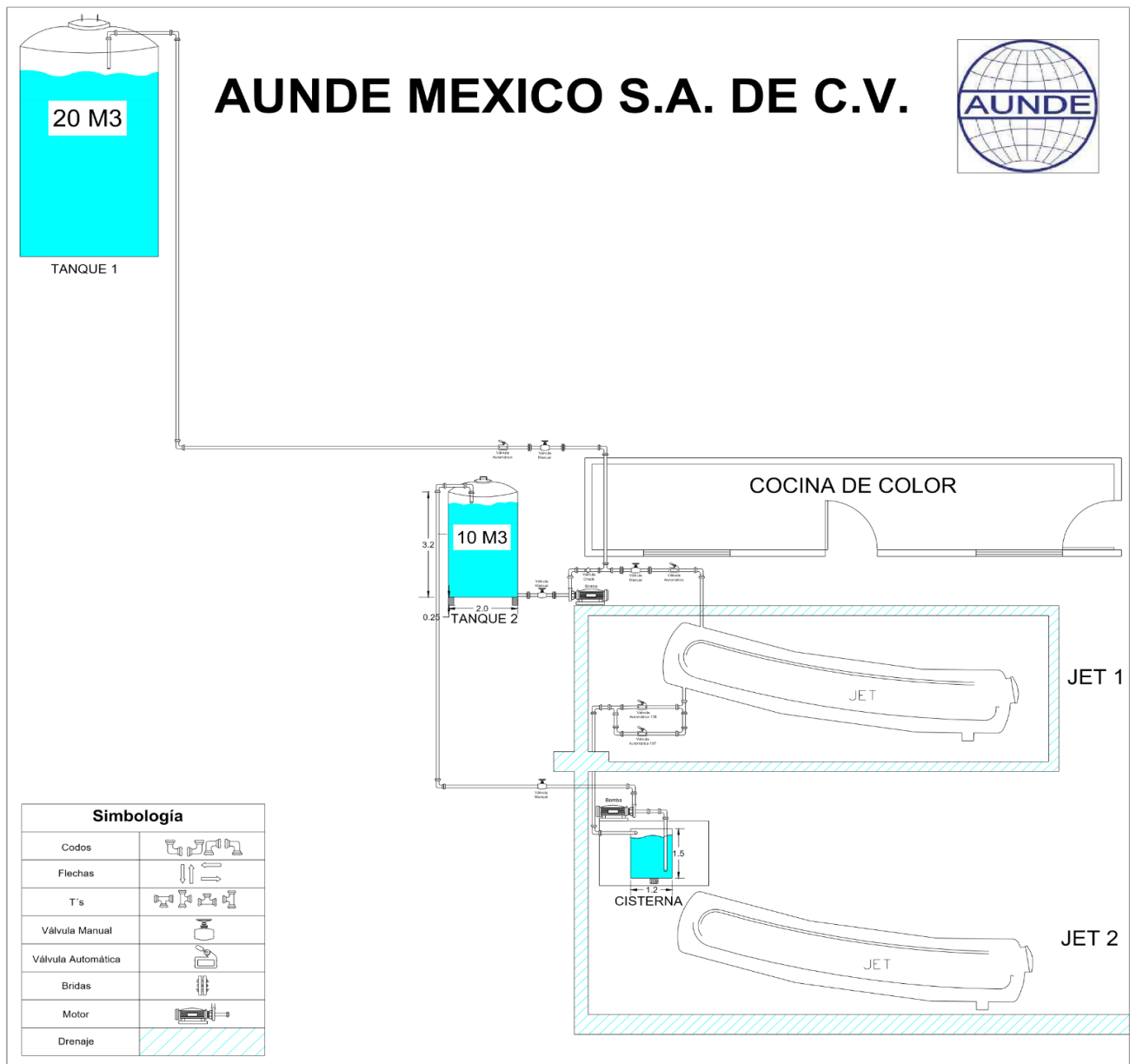


Figura 30.- Propuesta de Proyecto

La prioridad del proyecto es almacenar la energía calorífica para utilizar en otro proceso de teñido, en caso de que el tanque de almacenamiento se encuentre en su capacidad máxima se enviara a otro tanque, con el cual ya se cuenta dentro de la empresa a unos cuantos metros del área de teñido. Este proyecto contara con 3 etapas importantes.

4.2.1 PRIMERA ETAPA

La primera etapa consiste en la realización de una cisterna, que servirá para almacenar la energía de desecho proveniente del intercambiador de calor del jet, esta cisterna tendrá las siguientes especificaciones 1.20X1.20X1.50 metros, podrá almacenar alrededor de unos 2,160 litros a una temperatura aproximada de 90°C.

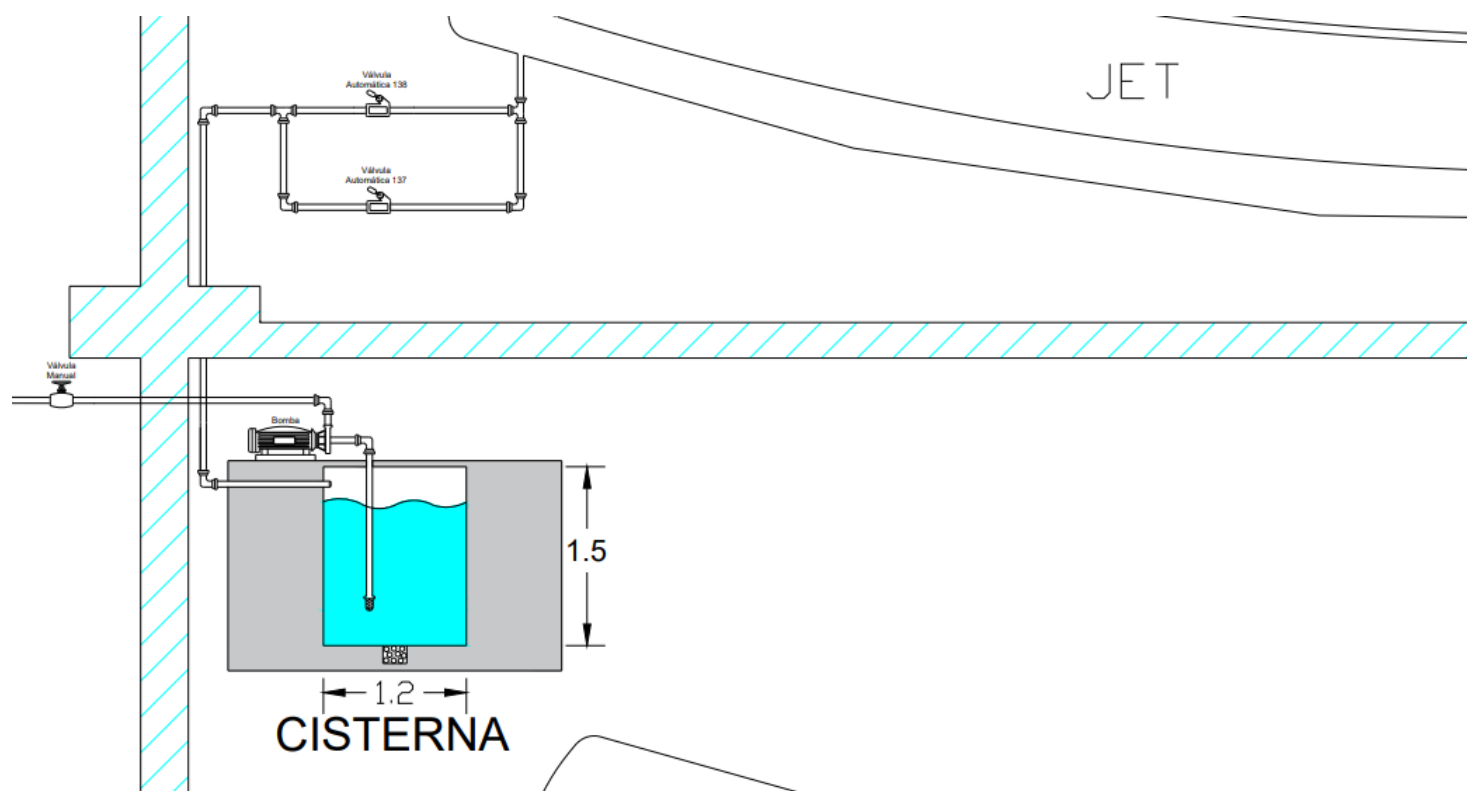


Figura 31.- Primera etapa

4.2.2 SEGUNDA ETAPA

La segunda etapa consiste en instalar el tanque de almacenamiento con geometría cilíndrica con aislante térmico que será de 10,000 litros y que será ocupado para almacenar la energía calorífica y a su vez para abastecer al Jet para teñidos próximos.

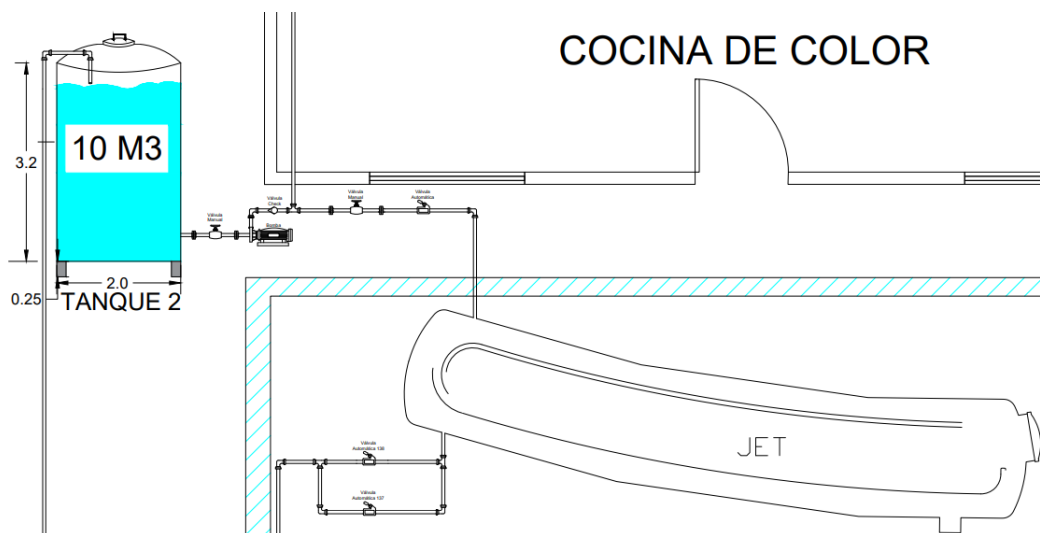


Figura 32.- Tanque de almacenamiento 10,000 litros

4.2.3 TERCERA ETAPA

La tercera y ultima consiste en la conexión del tanque que se va a instalar al tanque con el que ya se encuentra dentro de la empresa que es un tanque de almacenamiento de 20,000 litros, que servirá para liberar al tanque de 10,000 litros en caso de exceder su capacidad.

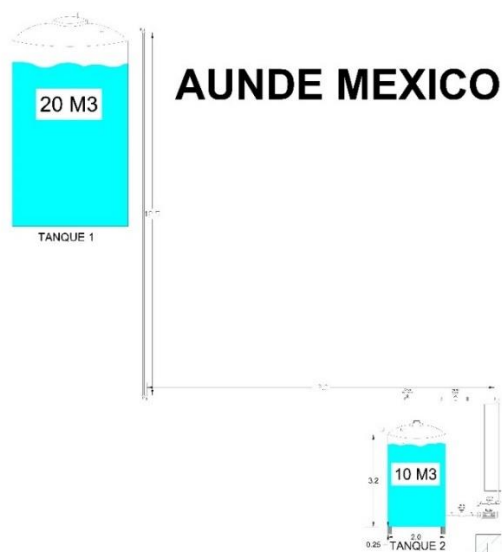


Figura 33.- Tanque de 20,000 litros

4.3 SELECCIÓN DE BOMBA

Para la selección de la bomba se consideraron aspectos principales como lo son:

- **Altura de succión y espejo de agua**

Altura succión: distancia vertical entre la bomba y la fuente del líquido (espejo de agua).

Espejo de agua: nivel superior del líquido desde la fuente de origen.

- **Altura elevación, recorrido y caudal a la descarga**

Altura de elevación: distancia vertical entre la bomba y el punto más alto al descargar el líquido.

Recorrido: distancia total del recorrido del líquido por ductos.

Caudal a la descarga: caudal requerida en el punto de descarga.

- **Diámetro de ductos y tipo de ducto**

Diámetro de ductos: diámetro del ducto utilizado para transferir líquido.

Tipo de ducto: generalmente PVC, cobre etc.

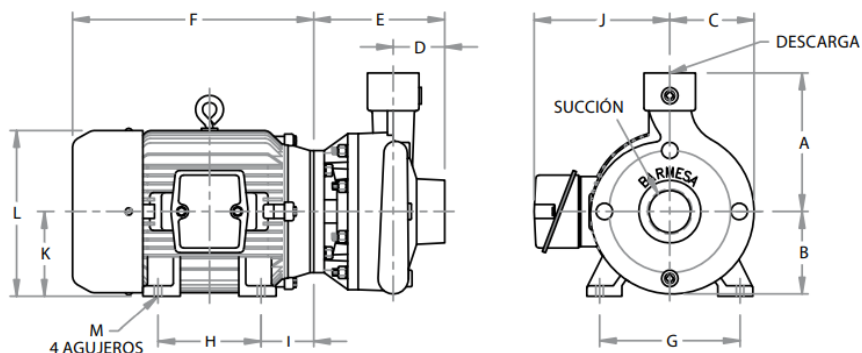


Figura 34.- Dibujo representativo de bomba centrífuga

En este caso nuestros datos fueron:

Altura de succión: 1.5m

Espejo de agua: 1.4m

Altura de elevación: 4.2m

Recorrido: 29m

Caudal a la descarga: 400 l/min

Diámetro de ducto de admisión: 2"

Diámetro de descarga: 1½"

CURVA DE RENDIMIENTO

Electrobomba centrífuga

Mediana Presión

Serie: IB1½

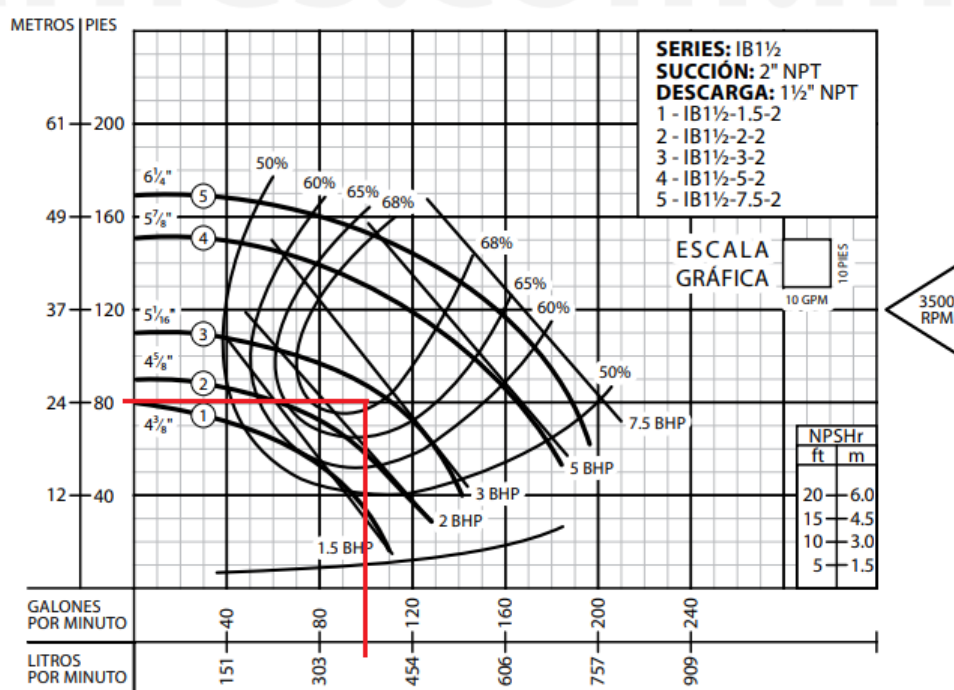


Figura 35.- Curva de rendimiento bomba centrífuga

Se consideraron 24 metros de altura como referencia y se consideró un caudal de 0.380 m³/s. Por consiguiente, se eligió la bomba de 3HP.

4.4 COTIZACIÓN DE PROYECTO

4.4.1 COTIZACIÓN COMPLETA DEL PROYECTO

4.4.1.- Cotización proyecto Jet

COTIZACIÓN PROYECTO JET	
CONCEPTO	TOTAL
FABRICACION DE UN DEPOSITO DE 10,000 LITROS DE CAPACIDAD EN ACERO INOXIDABLE TIPO 304 CAL.14 CON UNA DIMENSION DE 1.94 MTS DE DIAMETRO 3.55 DE ALTO, SUMINISTRANDO TAPAS INFERIOR Y SUPERIOR SEMICONICAS, ENTRADA DE HOMBRE, ESCALERA INTERNA Y ESCALERA EXTERNA CON 4 PATAS DE 30 CM DE ALTO REFORZADAS.	\$391,304.00
CONSTRUCCION DE UNA CISTERNA DE 1.20X1.20X1.50 MTS, ARMADA CON VARILLA DE 3/8" CON CONCRETO RESISTENCIA 250 KG/CM, INCLUYE TRAZO, CORTE Y DEMOLICIÓN DE FIRME DE CONCRETO RESISTENCIA 350KG, EXCAVACIÓN, CIMBRA Y DESIMBRA DE PINO DE 3RA, CIMBRAFEET, FIBRAFEET, FESTERMIX RECUBRIMIENTO FINAL CON EXPOXINE 500 BLANCO. TAPA DE ACERO INOXIDABLE DE 40X40 CM CON LAMINA CAL. 14 TIPO 304.	\$35,710.07
TUBERIAS DE BOMBA A TANQUE DE 20,000 LITROS	\$79,100.42
TUBERIA DE TANQUE A BOMBAS	\$22,867.79
TUBERIA DE TANQUE 10,000 LITROS A JET	\$40,423.90
TOTAL	\$569,406.18

4.4.1 Cotización de proyecto se consideraron las cotizaciones completas y se realizo una tabla con los costos totales dándonos un valor del proyecto de jet de **\$559,406.18** esto sin sumar los costos de las bombas centrifugas que se usaran, esto debido a que dentro de la empresa, ya se cuenta con un par de estas.

CONCLUSION Y COMPETENCIAS DESARROLLADAS

De todo este trabajo realizado podemos concluir que el relacionarse con personas con mayor experiencia dentro de la industria es de suma importancia para la formación profesional, ya que te ayuda a desenvolverte de una mejor forma con las personas que laboran en la planta, como lo son supervisores de áreas, operadores, mecánicos, gente de recursos humanos entre otros.

Al desarrollar este proyecto pude aplicar los diferentes conceptos adquiridos en materias como, transferencia de calor, termodinámica, máquinas y equipos térmicos, así como otras materias que se relacionan para hacer un análisis más completo para este proyecto.

Realizando y analizando este proyecto de recuperación de energía calorífica refleja la gran oportunidad de aprovechamiento de toda la energía que se desperdicia en la industria, la cual permite beneficios para el medio ambiente y también económicos para la empresa

Teniendo en cuentas las diversas áreas de oportunidad de la energía calorífica se puede demostrar que un sistema de recuperación de energía calorífica es capaz de ser aprovechada en diferentes procesos en la industria esto debido a la temperatura tan alta que se produce dentro del intercambiador.

Es importante aprovechar la mayor cantidad de energía calorífica que se recupera en el intercambiador. Ya que la energía calorífica se puede aprovechar para un proceso nuevo de teñido y con esto ya no requerir elevar la temperatura de inicio para comenzar el proceso con una temperatura del agua a temperatura ambiente, con esto ganar tiempo, reducir costos en el tratamiento del agua y por supuesto en requerir menos energía de la caldera de vapor.

REFERENCIAS ELECTRONICAS

- Cabanzón, J. (2018, Mayo). *DISEÑO Y CÁLCULO DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR..*
<https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13702/407960.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Domínguez, J. L. (2018). *Proyecto Fin de Carrera Ingeniería Química Análisis Del Potencial De Recuperación De Calor En La Industria*. Universidad de Sevilla.
<https://biblus.us.es/bibing/proyectos/abreproy/20538/fichero/PFC-538-LOMA.pdf>
- *ELECTROBOMBA CENTRÍFUGA MED. PRESIÓN*. (2022, November 9). Barmesa Pumps.
https://www.barmesapumps.com/MX/productos/pdfs/mx_ficha-tecnica_ib.pdf
- Cabrera, M. (2012, 11). *La Industria Textil y Su Control de Calidad*. Academia.edu.
Retrieved January 16, 2023, from
https://www.academia.edu/40154521/La_Industria_Textil_y_Su_Control_de_Calidad
- *THEN SUPRATEC LTM Broschüre_20180926_01.indd*. (n.d.). FONG'S Europe GmbH.
https://www.fongs.eu/site/assets/files/1197/then_supratec_ltm_e_d_s_20180926_01.pdf