



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE CALENTAMIENTO EN
PROCESO DE DECAPADO QUÍMICO.**

**MEMORIA DE EXPERIENCIA PROFESIONAL PARA OBTENER
EL GRADO DE INGENIERO QUÍMICO.**

PRESENTA:

RUBEN BAEZ VAZQUEZ

ASESOR: D.R. Rafael Huirache Acuña.

CO ASESOR: M.C. Mercedes G. Téllez Arias.

Morelia Michoacán Enero del 2013



FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROGRAMA ACREDITADO

Número de oficio 136/2012/2013

P.I.Q. RUBEN BAEZ VAZQUEZ
PRESENTE

En contestación a su atenta solicitud de fecha de 6 diciembre de 2012 me permito comunicarle a Usted, que se aprueba el tema de Memoria en Experiencia Profesional propuesto para presentar Examen Recepcional en la Carrera de Ingeniero Químico.

El tema aprobado: "Optimización del Sistema de Calentamiento en Proceso de Decapado Químico" el cual se desarrollará bajo el siguiente índice:

RESUMEN

- I.- INTRODUCCIÓN (JUSTIFICACIÓN, OBJETIVO (S) E HIPÓTESIS)
 - II.- GENERALIDADES O MARCO TEÓRICO
 - III.- DESARROLLO DEL TRABAJO (METODOLOGÍA)
 - IV.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES
- REFERENCIAS

Para tales efectos fungirá como asesora de su Tesis el Dr. Rafael Huirache Acuña Profesor Investigador de la Facultad de Ingeniería Química y como coasesora la M.C. Mercedes Gabriela Téllez Arias. La mesa de jurado para revisión y realización de este trabajo estará integrada por:

| | | |
|-------------------------------------|------------|----------|
| M.C. RUIZ HERNANDEZ RODOLFO | PRESIDENTE | 82030740 |
| DR. HUIRACHE ACUÑA RAFAEL | VOCAL | 11000201 |
| M.C. MERCEDES GABRIELA TELLEZ ARIAS | VOCAL | 08006555 |
| DRA. RAMOS ESTRADA MARIAN | SUPLENTE | 04002199 |

ATENTAMENTE

Morelia, Mich. 7 de Diciembre de 2012.


M.C. RODOLFO RUIZ HERNÁNDEZ
DIRECTOR DE LA FACULTAD

UMSNH



FACULTAD DE INGENIERIA
QUÍMICA

CONTENIDO

| | PAG |
|--|-----|
| I CAPITULO 1.- INTRODUCCION. | 1 |
| 1.1. NOMBRE DEL PROYECTO. | 1 |
| 1.2. OBJETIVO DEL PROYECTO. | 1 |
| 1.2.1. OBJETIVO GENERAL. | 1 |
| 1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS. | 2 |
| 1.3. RESUMEN. | 3 |
| II CAPITULO 2.- MARCO TEORICO. | 6 |
| 2.1. ANTECEDENTES HISTORICOS. | 6 |
| 2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA INGENIERIA DE VAPOR. | 7 |
| 2.3. EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE VAPOR. | 9 |
| 2.4. VAPOR COMO FLUIDO DE TRABAJO. | 13 |
| 2.5. GENERACION DE VAPOR. | 15 |
| 2.6. PROCESO DE VAPORIZACIÓN. | 17 |
| 2.7. TERMODINÁMICA. | 18 |
| 2.8. LEYES DE LA TERMODINÁMICA. | 20 |
| 2.8.1. PRINCIPIO CERO DE LA TERMODINÁMICA. | 20 |
| 2.8.2. PRIMERA LEY DE LA TERMODINÁMICA. | 20 |
| 2.8.3. SEGUNDA LEY DE LA TERMODINÁMICA. | 21 |
| 2.8.4. TERCERA LEY DE LA TERMODINÁMICA. | 21 |
| III CAPITULO 3.- DESARROLLO DE ACTIVIDADES. | 23 |
| 3.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA (DEACERO MORELIA). | 23 |
| 3.2. CONOCIMIENTO DEL PROCESO DE DECAPADO. | 29 |
| 3.3. DESCRIPCION DE PROCESO DE DECAPADO. | 31 |
| 3.4. LEVANTAMIENTO TÉCNICO. | 33 |
| 3.5. DESARROLLO DE LAYOUT (ACTUAL). | 37 |
| 3.6. CONDICIONES DE OPERACIÓN. | 38 |
| 3.7. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE REVISIÓN DE INSTALACIONES. | 40 |
| 3.7.1. REPORTE DE CUARTO DE MAQUINAS. | 41 |

| | |
|--|-----------|
| 3.7.2. REPORTE DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR. | 45 |
| 3.7.3. REPORTE DE ÁREA DE PROCESO. | 48 |
| 3.7.4. DESARROLLO DE LAYOUT (PROPUESTO). | 58 |
| 3.7.5. NOTAS Y RECOMENDACIONES ADICIONALES. | 59 |
| IV CAPITULO 4.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS. | 60 |
| 4.1. PERDIDAS DE VAPOR POR FUGAS. | 60 |
| 4.2. PERDIDAS DE CONDENSADO POR MALA RECUPERACIÓN. | 63 |
| 4.3. RESUMEN DE INVERSIÓN. | 65 |
| 4.3.1. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN. | 67 |
| 4.4. TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS. | 68 |
| 4.5. DESARROLLO DE LAYOUT (PROPUESTO) | 69 |
| 4.6. IMPACTO AMBIENTAL. | 70 |
| V CAPITULO 5.- CONCLUSIONES. | 72 |
| VI ANEXOS | 73 |
| VII BIBLIOGRAFÍA. | 84 |

CAPITULO 1.- INTRODUCCION.

Este proyecto lo realice en la empresa Asesoría Técnica Industrial e Institucional S.A. de C.V. (ATIISA) para la empresa DEACERO planta Morelia, el cual se realizo debido a la necesidad de optimizar el sistema de calentamiento en el proceso de decapado químico.

1.1. NOMBRE DEL PROYECTO.

“Optimización de el sistema de calentamiento en proceso de decapado químico”.

1.2. OBJETIVO DEL PROYECTO.

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Este proyecto tiene como objetivo presentar el análisis y la evaluación del sistema de generación, distribución y uso de vapor en el área de decapado químico de la planta DEACERO Morelia, así como las modificaciones necesarias para optimizar el sistema de calentamiento del área de decapado reduciendo el consumo de vapor, la quema de combustible, el tiempo de calentamiento, agua de reposición y por lo tanto el costo operativo del proceso.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Recopilar información de los parámetros de trabajo del proceso de decapado químico.

Realizar un análisis del sistema de distribución de vapor y condensado de la planta, haciendo una revisión de los equipos instalados y las condiciones de operación.

Realizar una propuesta de mejora para la optimización del sistema de calentamiento en el proceso de decapado químico en base a las especificaciones de diseño de los equipos de control y distribución.

Justificar la propuesta económicamente en base a la inversión realizada y el tiempo de retorno de inversión.

Determinar el impacto ambiental producto de la aplicación de este proyecto.

1.3. RESUMEN

Realice el proyecto de “Optimización de el sistema de calentamiento en proceso de decapado químico”, por parte de la empresa Asesoría Técnica Industrial e Institucional S.A. de C.V., empresa dedicada a proveer soluciones en la generación de vapor, distribución y control de vapor, sistemas de tratamiento de agua para calderas y sistemas de enfriamiento.

Este proyecto lo realice debido a la falta de un buen manejo del sistema de vapor en la planta DEACERO Morelia, lo que afectaba en el proceso de decapado químico en los tiempos de producción, alto consumo de combustible, y por lo tanto mayor costo de operación.

La primera etapa del proyecto consistió en recabar información del proceso de decapado químico, volumen de las tinas, temperaturas objetivo, tiempos de operación, condiciones de operación, etc.

La segunda etapa consistió en realizar un levantamiento técnico del sistema de distribución de vapor y retorno de condensado de la planta, donde identifique y evalúe visualmente todos y cada uno de los accesorios del sistema, a su vez realice el diagnostico de su correcto funcionamiento mediante equipo de ultrasonido y cámara termográfica.

Para la tercera etapa del proyecto, las actividades que realice comprenden un análisis de los resultados del levantamiento del

sistema, determinar la capacidad instalada de calentamiento, análisis de resultados de revisión de la instalación, identificar fallas y errores en instalaciones, realizar una propuesta de mejora, justificación técnica de la propuesta y realizar el layout propuesto.

Para la elaboración de la propuesta de mejora utilice las especificaciones de diseño de equipos así como diferentes softwares de la empresa, que debido a mi contrato de confidencialidad no puedo mencionar en este trabajo de titulación, así como los procedimientos utilizados para obtener las guías de diseño.

Para la etapa final del proyecto, determine los costos unitarios de la propuesta que presente así como su costo total, la justificación económica de la propuesta y determine el retorno de inversión, por ultimo presente el proyecto a los directivos de la empresa DEACERO planta Morelia.

Para determinar los costos unitarios de la propuesta que presenté, tuve que desglosar cada uno de los elementos que componen las modificaciones a realizar. La empresa Asesoría Técnica Industrial e Institucional S.A. de C.V. maneja cada uno de sus equipos con clave específicas para cada modelo y por razones de confidencialidad no hago mención de cada uno de los componentes desglosados.

Una vez que obtuve los costos unitarios de todos los equipos que incluí en la propuesta, determiné el costo total del proyecto. Para presentar la tasa de retorno de la inversión a realizar, del resultado del levantamiento del sistema determine las pérdidas que

se generan en las instalaciones actuales de la planta. Las pérdidas que se generan las obtuve en base a diferentes indicadores tales como las condiciones de operación, condición de las instalaciones y equipos, estándares de operación determinadas por los fabricantes de equipos, entre otros.

Una vez que obtuve las pérdidas generadas por las condiciones actuales de trabajo del proceso de decapado químico, presente todos los equipos propuestos que generarán la optimización en esta área y de esta manera justifico la inversión a realizar respecto a las ineficiencias del sistema actual.

CAPITULO 2.- MARCO TEORICO.

2.1. ANTECEDENTES HISTORICOS.

La humanidad empezó a utilizar el vapor en la industria a partir de la Revolución Industrial en el siglo XVIII. Inicialmente, el vapor se utilizó como medio motriz para impulsar bombas, locomotoras y similares.

Después de un tiempo, el uso del vapor como medio motriz disminuyó y en su lugar empezó a ser más ampliamente utilizado como fuente de calor.

La máquina elemental de vapor fue inventada por Dionisio Papin en 1769 y desarrollada posteriormente por James Watt en 1776.

Inicialmente fueron empleadas como máquinas para accionar bombas de agua, de cilindros verticales. Ella fue la impulsora de la revolución industrial, la cual comenzó en ese siglo y continúa en el nuestro.

Para medir la potencia de la caldera, y como dato anecdótico, Watt recurrió a medir la potencia promedio de muchos caballos, y obtuvo unos 33.000 libras-pie / minuto o sea 550 libras-pie/seg., valor que denominó HORSE POWER, potencia de un caballo.

Posteriormente, al transferirlo al sistema métrico de unidades, daba algo más de 76 kgm/seg. Pero, la Oficina Internacional de Pesos y Medidas de París, resolvió redondear ese valor a 75 más

fácil de simplificar, llamándolo "Caballo Vapor" en homenaje a Watt.

2.2. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA INGENIERIA DE VAPOR.

Como otras sustancias, el agua puede estar en estado sólido llamado hielo, en estado líquido, que es cuando le llamamos agua, o como gas, llamado vapor. En este trabajo nos enfocamos en las fases líquido, y gas y en el cambio de una fase a la otra. Si se añade calor al agua, su temperatura aumenta hasta que alcanza un valor a partir del cual ya no puede subsistir como líquido. A este valor se le llama punto de saturación.

Cualquier nueva adición de energía provoca que parte del agua hierva y se convierta en vapor. Esta evaporación requiere cantidades de energía relativamente importantes y mientras esta se está añadiendo, el agua y el vapor formado a la misma temperatura.

Igualmente, si conseguimos que el vapor libere la energía que se añadió cuando se formó, condensara y se formara agua a la misma temperatura.

El vapor es uno de los medios de calentamiento más versátiles utilizado en la industria y ha sido utilizado como vehículo de energía desde la revolución industrial. Se usa comúnmente porque tiene muchas ventajas sobre otros sistemas de calentamiento. El vapor puede transferir grandes cantidades de energía comparado con los sistemas de agua. Esta energía de calentamiento puede ser transferida a una temperatura constante que puede ser determinada

con exactitud mediante el control de la presión de vapor. Sencillamente porque el vapor se produce evaporando agua que relativamente barata y accesible en cualquier parte. Su temperatura se puede ajustar con mucha precisión controlando la presión mediante el uso de válvulas muy simples; transporta cantidades de energía relativamente importantes con poca masa y cuando vuelve a convertirse en agua cede cantidades notables de energía que se transmiten al medio que se está calentando, con lo que las unidades calefactoras no deben ser excesivamente grandes. Adicionalmente a estos beneficios principales, el vapor también es limpio, no tóxico y no inflamable.

Debido a los incrementos del costo de la energía, es necesario que los sistemas del vapor y condensado estén diseñados correctamente y se realicen en ellos el mantenimiento preciso para garantizar la máxima eficiencia.

El vapor es utilizado en una amplia variedad de aplicaciones, pero muchos de los principios de aplicación de estos procesos son similares. Cuando la tecnología de aplicación del vapor no es implementada de manera eficiente o efectiva, el bajo desempeño de los equipos de vapor y desperdicio de energía pueden resultar en una pérdida de ganancias innecesaria. Afortunadamente, con un entendimiento adicional basado en experiencia y tecnología, estos problemas pueden transformarse inmediatamente en mejoras de los sistemas que proveerán beneficios significativos.

2.3 EFICIENCIA DE UN SISTEMA DE VAPOR.

Las calderas y equipos asociados para un sistema de calentamiento deben ser diseñados para que su operación sea eficaz por lo que su dimensionamiento debe ser correcto. Una caldera que tenga que atender a puntas de demanda por encima del valor máximo en marcha continua, forzosamente les hará con menor eficiencia. La presión tendrá tendencia a bajar y se producirán arrastres. En resumen, la caldera no podrá suministrar vapor de calidad a la presión adecuada y en el momento preciso.

Si una caldera debe trabajar a un porcentaje pequeño de su carga nominal, las pérdidas por radiación se convierten en significativas, por tanto, también se produce una disminución de la eficiencia. Por supuesto, no es fácil hallar la situación óptima en una planta en la que normalmente se producen variaciones en la demanda de vapor. Dos calderas o más dan mayor flexibilidad.

Pero la caldera es solamente una parte de la instalación. Es tanto o más importante disponer de unos quemadores y equipos asociados que respondan al consumo de vapor manteniendo la relación correcta combustible/aire.

Las pérdidas mayores en cualquier caldera vienen provocadas por los gases calientes que se descargan a la chimenea. Si la combustión es buena el exceso de aire será pequeño y los gases de escape contendrán un porcentaje de CO₂ elevado mientras que el O₂ será bajo. Al mismo tiempo, si la caldera está trabajando en su nivel de carga eficaz y las superficies de calefacción están limpias, se

trasmitirá un alto porcentaje de calor y la temperatura de los gases de escape será baja.

Si la combustión es pobre, con mucho de aire, la mayor cantidad de gases de escape se llevara una cantidad importante de calor a la chimenea. Estos gases contendrán un porcentaje de CO_2 más bajo mientras el O_2 será mayor. Por otra parte, si se está produciendo por encima de los valores nominales o las superficies de calefacción están sucias, no se podrá transmitir todo el calor necesario y la temperatura de los gases aumentará.

La manera habitual de medir la eficiencia de una caldera consiste en medir los porcentajes de CO_2 y O_2 en los gases de escape junto con su temperatura y recurrir a tablas adecuadas. Las mediciones deben efectuarse correctamente y frecuentemente a distintas cargas de la caldera. Cuando se trata de unidades grandes se justifica la medida continua de los parámetros indicados.

La finalidad de la caldera es suministrar vapor de buena calidad a la presión correcta. De poco serviría tener una combustión eficiente si el vapor suministrado contuviese cantidades sensibles de agua o de aditivos.

La caldera es el corazón del lazo de vapor. Calienta agua para producir vapor. Generalmente las calderas centrales están instaladas para alcanzar las demandas de la planta. Para obtener la máxima eficiencia la caldera debe operarse a la presión de diseño y entre los rangos de diseño de producción de vapor. Para prevenir la corrosión en la caldera se debe contar con un buen programa de tratamiento de

agua y con un procedimiento de purga. Normalmente se incluye un separador como parte de la caldera para asegurarse de que gotas de agua no sean llevadas al sistema de distribución de vapor.

Las calderas habitualmente se diseñan para trabajar a presiones relativamente elevadas. Esto significa que las burbujas de vapor que abandonan la superficie libre o el agua son pequeñas con lo que los arrastres son difíciles. Si la presión desciende por cualquier causa, el tamaño de las burbujas aumenta creando turbulencia suficiente para producir arrastres. Esta es la principal razón de trabajar con la caldera a la presión nominal.

Todavía más importante en un sistema de vapor es el tanque de alimentación de caldera. Proporciona la reserva de condensado y agua nueva de la que aspiran las bombas de alimentación. Este tanque de alimentación debe ser dimensionado correctamente para permitir fluctuaciones y posibles paradas de suministros, es normal disponer de agua suficiente para suministrar vapor durante una hora a plena carga. Se debe tener también en cuenta que se pueda almacenar el condensado que llega masivamente en los procesos de arranque.

Algunas veces la temperatura del agua contenida en el tanque está limitada por la capacidad de las bombas para impulsarla. A temperaturas elevadas puede producirse cavitación, que se evita elevando la altura de la columna de succión de la bomba. Cuando no se puede elevar el tanque de alimentación cabe pensar en la instalación de un tanque de servicio en un punto alto al que se comunica el calor necesario para aumentar la temperatura del agua.

Un correcto calentamiento del tanque añade un ahorro adicional importante y además logra que la temperatura de la sala de calderas permanezca en niveles aceptables.

2.4. VAPOR COMO FLUIDO DE TRABAJO.

El vapor es utilizado en miles de industria, sin él no sería posible generar la energía eléctrica que consumimos, ni tampoco la preparación de medicamentos y productos alimenticios y de uso común, pero cabe hacerse la siguiente pregunta ¿Por qué es tan extenso su uso en la actualidad? Y otra ¿Por qué no utilizar otro medio de energía?, la respuesta es sencilla:

Se utiliza vapor simplemente porque existen tres necesidades fundamentales a la vez:

1. Existe la necesidad de calor y temperatura en el mismo proceso y el vapor es la forma más económica de realizarlo.
2. El vapor puede controlarse cómoda y fácilmente por su naturaleza de circulación, debido que este fluye de una zona de alta presión a una de menor presión sin necesidad de otro elemento.
3. El vapor es fácil de producir ya que se obtiene del agua y además puede ser reutilizable.

Debido a estas cualidades, se pueden encontrar 6 aplicaciones generales de vapor a nivel industrial las cuales se muestran en la siguiente tabla.

| APLICACIÓN | EJEMPLOS |
|-----------------------|---|
| Calefacción | Se puede utilizar vapor para calentar agua soluciones químicas, pastas, aceites, etc. |
| Cocción | Se utiliza para cocer alimentos, en general. |
| Evaporación | Utilizado para evaporar disoluciones químicas, esterilizado de material quirúrgico, etc. |
| Secado | Utilizado para secar telas y tintas así como para calefacción en aire acondicionado y procesos de humidificación. |
| Proceso de conformado | Utilizado para el curado de concreto y conformación de asientos para vehículos. |
| Movimiento | Como el utilizado para mover turbinas y barcos en sectores navales |

Cada una de estas aplicaciones tienen un elemento final de consumo de vapor para poder utilizarlo en los procesos, siendo los más utilizados: serpentines, marmitas, autoclaves, intercambiadores de calor, boquillas de inyección, etc.

Después de utilizar el vapor en el proceso, éste pierde calor (energía) y se vuelve a transformar en agua a la misma temperatura, la cual se llama condensado, esta agua puede ser utilizada para volverla a transformar en vapor, lo cual dependerá directamente del sistema de vapor al que se aplique.

2.5. GENERACION DE VAPOR.

La caldera es una máquina o dispositivo de ingeniería diseñado para generar vapor. Este vapor se genera a través de una transferencia de calor a presión constante, en la cual el fluido, originalmente en estado líquido, se calienta y cambia de fase. El calor necesario para calentar y vaporizar el agua puede ser suministrado por un hogar, por gases calientes recuperados a la salida de otro aparato industrial (horno, por ejemplo), por el fluido refrigerador de una pila atómica, por irradiación solar o por una corriente eléctrica.

Durante su funcionamiento, la caldera propiamente dicha está sometida interiormente a la presión de equilibrio del agua y de su vapor a la temperatura alcanzada.

La forma de las calderas de vapor ha evolucionado considerablemente y, sobre todo, se ha diversificado, incluso si nos limitamos a considerar las calderas calentadas por hogares. Las primeras calderas consistían esencialmente en recipientes cerrados, cuya parte inferior, llena de agua, estaba sometida a la irradiación de un hogar o al contacto de gases calientes. Para obtener, además, grandes superficies de contacto, se construyeron más adelante calderas con hervidores, situados debajo del cuerpo cilíndrico principal y conectado a éste mediante conductos tubulares.

En la actualidad existen dos principales tipos de diseño de calderas: Acuotubulares y Piro-tubulares. Las primeras son aquellas calderas en las que el fluido de trabajo se desplaza por tubos durante su calentamiento. Son las más utilizadas en las centrales termoeléctricas, ya que permiten altas presiones a su salida y tienen

gran capacidad de generación. En las segundas, el fluido en estado líquido se encuentra en un recipiente atravesado por tubos, por los cuales circulan gases a alta temperatura, producto de un proceso de combustión. El agua se evapora al contacto con los tubos calientes productos a la circulación de los gases de escape.

2.6. PROCESO DE VAPORIZACION.

El vapor o el agua caliente se producen mediante la transferencia de calor del proceso de combustión que ocurre en el interior de la caldera, elevando, de esta manera, su presión y su temperatura.

Debido a estas altas presiones y temperaturas se desprende que el recipiente contenedor o recipiente de presión debe diseñarse de forma tal que se logren los límites de diseño deseado, con un factor de seguridad razonable.

Por lo general, en las calderas pequeñas empleadas para la calefacción doméstica, la presión máxima de operación es de 104000 N/m^2 . En el caso del agua caliente, esta es igual a $232 \text{ }^\circ\text{C}$ ($450 \text{ }^\circ\text{F}$).

Las calderas grandes se diseñan para diferentes presiones y temperaturas, con base en la aplicación dentro del ciclo del calor para la cual se diseña la unidad.

2.7. TERMODINAMICA.

La termodinámica (del griego $\theta\epsilon\rho\mu\text{-}$, *termo*, que significa “calor” y $\delta\acute{\upsilon}\nu\alpha\mu\iota\varsigma$, *dinámico*, que significa “fuerza”) es una rama de la física que estudia los efectos de los cambios de magnitudes de los sistemas a un nivel macroscópico. Constituye una teoría fenomenológica, a partir de razonamientos deductivos, que estudia sistemas reales, sin modernizar y sigue un método experimental. Los cambios estudiados son los de temperatura, presión y volumen, aunque también estudia cambios en otras magnitudes, tales como la imanación, el potencial químico, la fuerza electromotriz y el estudio de los medios continuos en general. También podemos decir que la termodinámica nace para explicar los procesos de intercambio de masa y energía térmica entre sistemas térmicos diferentes. Para tener un mayor manejo especificaremos que calor significa “energía en tránsito” y dinámica se refiere al "movimiento", por lo que, en esencia, la termodinámica estudia la circulación de la energía y cómo la energía infunde movimiento. Históricamente, la termodinámica se desarrolló a partir de la necesidad de aumentar la eficiencia de las primeras máquinas de vapor.

El punto de partida para la mayor parte de las consideraciones termodinámicas son las leyes de la termodinámica, que postulan que la energía puede ser intercambiada entre sistemas en forma de calor o trabajo. También se introduce una magnitud llamada entropía, que mide el orden y el estado dinámico de los sistemas. En la termodinámica se estudian y clasifican las interacciones entre diversos sistemas, lo que lleva a definir conceptos como sistema termodinámico y su contorno. Un sistema termodinámico se caracteriza por sus propiedades, relacionadas entre sí mediante las ecuaciones de estado. Éstas se pueden combinar para expresar la energía interna y los potenciales termodinámicos, útiles para determinar las condiciones de equilibrio entre sistemas y los procesos espontáneos.

Con estas herramientas, la termodinámica describe cómo los sistemas responden a los cambios en su entorno. Esto se puede aplicar a una amplia variedad de temas de ciencia e ingeniería, tales como motores, transiciones de fase, reacciones químicas, fenómenos de transporte, e incluso agujeros negros. Los resultados de la termodinámica son esenciales para la ingeniería química, la física, la química, etc., por nombrar algunos.

2.8. LEYES DE LA TERMODINAMICA.

2.8.1. Principio cero de la termodinámica.

Este principio establece que existe una determinada propiedad, denominada temperatura empírica θ , que es común para todos los estados de equilibrio termodinámico que se encuentren en equilibrio mutuo con uno dado. Tiene tremenda importancia experimental pues permite construir instrumentos que midan la temperatura de un sistema, pero no resulta tan importante en el marco teórico de la termodinámica.

Al tener dos sistemas o más en contacto térmico, el sistema alcanzará el equilibrio térmico si las paredes entre ellos son conductoras. Por ejemplo, si se tienen tres sistemas A, B y C; se encuentran en contacto térmico A con B y B con C, pero A y C no están en contacto, llegará un momento en el que los tres sistemas alcanzarán el equilibrio térmico. Esto sucede por que el A y B alcanzaran el equilibrio, por otro lado B y C alcanzan también el equilibrio, por lo que se puede establecer que A y C también alcanzan el equilibrio térmico.

2.8.2. Primera ley de la termodinámica.

También conocida como principio de conservación de la energía para la termodinámica en realidad el primer principio dice más que una ley de conservación, establece que si se realiza trabajo sobre un sistema o bien éste intercambia calor con otro, la energía interna del sistema cambiará. Visto de otra forma, esta ley permite definir el calor como la energía necesaria que debe intercambiar el sistema para compensar las diferencias entre trabajo y energía interna.

2.8.3. Segunda ley e la termodinámica.

Esta ley arrebatata la dirección en la que deben llevarse a cabo los procesos termodinámicos y, por lo tanto, la imposibilidad de que ocurran en el sentido contrario (por ejemplo, que una mancha de tinta dispersada en el agua pueda volver a concentrarse en un pequeño volumen). También establece, en algunos casos, la imposibilidad de convertir completamente toda la energía de un tipo en otro sin pérdidas. De esta forma, la segunda ley impone restricciones para las transferencias de energía que hipotéticamente pudieran llevarse a cabo teniendo en cuenta sólo el Primer Principio. Esta ley apoya todo su contenido aceptando la existencia de una magnitud física llamada entropía, de tal manera que, para un sistema aislado (que no intercambia materia ni energía con su entorno), la variación de la entropía siempre debe ser mayor que cero.

Debido a esta ley también se tiene que el flujo espontáneo de calor siempre es unidireccional, desde los cuerpos de mayor temperatura hacia los de menor temperatura, hasta lograr un equilibrio térmico.

2.8.4. Tercera ley de la termodinámica.

La tercera de las leyes de la termodinámica, propuesta por Walther Nernst, afirma que es imposible alcanzar una temperatura igual al cero absoluto mediante un número finito de procesos físicos. Puede formularse también como que a medida que un sistema dado se aproxima al cero absoluto, su entropía tiende a un valor constante específico. La entropía de los sólidos cristalinos puros puede considerarse cero bajo temperaturas iguales al cero absoluto. No es una noción exigida por la Termodinámica clásica, así que es probablemente inapropiado tratarlo de “ley”.

Es importante recordar que los principios o leyes de la Termodinámica son sólo generalizaciones estadísticas, válidas siempre para los sistemas macroscópicos, pero inaplicables a nivel cuántico.

CAPITULO 3.- DESARROLLO DE ACTIVIDADES.

3.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA (DEACERO MORELIA)

DEACERO.

Es el productor más grande de alambre de México y uno de los más grandes del mundo. Es una compañía con más de 50 años de experiencia utilizando tecnología de punta y métodos modernos de proceso. Por 25 años, DEACERO ha estado exportando sus productos a Norteamérica, Centro y a Sudamérica, el Caribe, así como a varios países en Europa.



Fig. 3.1. Logo empresa DEACERO.

DEACERO HOY.

DEACERO es una empresa siderúrgica de clase mundial, fabricante de una gran gama de productos derivados del acero. A través de la productividad, la excelencia en calidad e innovación de sus productos y su enfoque hacia el servicio al cliente, ha logrado satisfacer las necesidades del mercado nacional e internacional para colocarse como el líder en su ramo.

El Grupo DEACERO es una exitosa y dinámica empresa 100% mexicana, que ha logrado transformarse y crecer con firmeza para responder eficientemente a las exigencias del mercado nacional, y a los altos niveles de competencia de la demanda internacional de más de 20 países de América y Europa.

La calidad de DEACERO ya es una tradición en el mercado, por ello, ha invertido en personal más capacitado, mejores productos y procesos de producción más integrados que le permitan atender exitosamente a los sectores Agropecuario, de la Industria, de la Construcción y Doméstico.

PRESENCIA.

DEACERO tiene gran presencia alrededor del mundo cuenta con platas en:

| | | | |
|-------------|-----------------|-------------|------------|
| Canadá | Panamá | Puerto Rico | Suecia |
| USA | Perú | Jamaica | Dinamarca |
| México | Chile | Curacao | Escocia |
| Guatemala | Belice | Venezuela | Inglaterra |
| El salvador | Honduras | Uruguay | Francia |
| Nicaragua | Cuba | Argentina | España |
| Costa Rica | Rep. Dominicana | Noruega | Grecia |

HISTORIA.

En el año de 1952, se fundó un pequeño y modesto taller para la instalación de cercos de alambre llamado Productos de Acero, S.A. en ese entonces, sus Oficinas Generales se ubicaban frente a la Plaza de La Purísima por la Calle Hidalgo en el Centro de la Ciudad de Monterrey, N. L., México, y contaba solo con el apoyo de diez trabajadores.

Gracias a la visión de su fundador y al crecimiento del mercado, en 1953 inició la fabricación de ciertos productos de

alambre de acero como la malla ciclónica, malla graduada y cribas, tarea que logró exitosamente.

Con ello, el fundador quien personifica la fuerza de la empresa, marcó el principio del sólido y continuo crecimiento de lo que hoy es DEACERO.

FILOSOFÍA.

El objetivo principal de DEACERO es ser siempre competitivos en Organización, Administración, Costos, Innovación y Calidad a nivel mundial en su trabajo y sus productos.

No se conforma con ser mejor que otras compañías. Constantemente se estandariza, simplifica y hace más eficientes sus funciones, con el propósito de lograr un mejor lugar en el mercado. Por ello, DEACERO no escatima en inversiones para capital de trabajo y nuevas tecnologías bien aprovechadas que se traduzcan en crecimiento firme y vigoroso.

DEACERO se ha transformado para abastecer la creciente demanda de los consumidores; sin embargo, conserva orgullosamente su organización siempre sencilla, funcional, directa y sin burocratismo. Así mismo, desea mantener sus funciones básicas de Finanzas, Fabricación y Ventas bajo una estructura organizacional que no requiere de personal excesivamente numeroso y por consiguiente complejo; ya que para DEACERO es importante conservar la agilidad de una empresa pequeña.

DEACERO se concibe a sí misma no solo como la suma de edificios, resultados financieros, análisis estratégicos y maquinaria, sino como una Organización Humana.

La voluntad de la gente DEACERO trabajando en equipo, es la fuerza que la ha llevado a alcanzar el lugar sobresaliente que ahora ocupa. Por ello, reconoce a sus hombres que le dan el mejor de sus esfuerzos, como el elemento más valioso con el que cuenta. Es de hecho, el soporte de su éxito.

MISIÓN.

“Ser líderes en los mercados en que participamos asegurando nuestra permanencia y penetración a través de un servicio, calidad y productividad creciente de nuestros productos, beneficiando a clientes, proveedores, trabajadores y comunidad en general”.

GENTE DEACERO.

En DEACERO, la gente es la base de su éxito, por ello, confía en su gente y busca ofrecerles un agradable ambiente de trabajo basado en respeto y confianza, y al mismo tiempo, les ofrece grandes oportunidades de desarrollo profesional y personal. Busca que todos sus colaboradores encuentren un equilibrio entre el trabajo y la vida familiar.

En DEACERO todos están conscientes de tener en sus manos una delicada responsabilidad: fabricar y comercializar productos que son la base para el desarrollo del país, en los sectores industriales, de la construcción, agricultura, ganadería y al mismo tiempo, contribuir

con el mejoramiento del medio ambiente y la reducción de contaminación.

PRODUCTOS.

Existe una amplia gama de productos que maneja la empresa DEACERO, estos se dividen en las siguientes clasificaciones:

- Ferretero: alambres, clavos y grapas, mallas y productos especializados.
- Agropecuario: alambres, clavos y grapas, mallas y productos especializados.
- Construcción: alambres, clavos para pistola, gaviones clavos y grapas, mallas, productos especializados, varilla y alambrón.
- Cercos: alambres, mallas y productos especializados.
- Domésticos: alambres, mallas y productos especializados.
- Industrial: alambres, clavos para pistola y productos especializados.
- Pistola: alambre para pistola, clavillos brads, clavos para pistola y grapas para pistola.
- Cables: cable para ingeniería/elevadores, cables para la industria eléctrica y de telecomunicaciones, cables para la industria minera, cables para la industria pesquera y cables para la industria petrolera.
- Gaviones: alambres, gaviones y mallas.



Fig. 3.2. Gama de productos DEACERO.

LOCALIZACION.

La planta DEACERO Alambres Morelia se encuentra ubicada en Oriente 4 # 1565, 3er etapa de Cd. Industrial en Morelia, Michoacán, México.



Fig. 3.3. Vista panorámica DEACERO Morelia.

3.2. CONOCIMIENTO DEL PROCESO DE DECAPADO.

Para realizar este proyecto no es de gran importancia el proceso que la empresa realiza, ya que está enfocado al sistema de calentamiento y el aprovechamiento de energía más que al proceso de decapado. Aun así es de vital importancia conocerlo, ya que lo que busco es optimizar el aprovechamiento energético y hacer más eficiente dicho proceso.

Al fabricar el alambión, el acero entra en contacto con el aire a una temperatura alta de modo que surge una oxidación térmica. Así se forma en la superficie una capa de óxido. Su composición difiere según: la temperatura a la que se fabrica y de las circunstancias del enfriamiento. Las impurezas se dan debido al transporte y al almacenaje, como por ejemplo: polvo, grasa, pintura. También aparecen manchas de herrumbre, lo que incluso puede resultar en una descamación parcial o total de la capa de óxido.

Antes de pasar a la trefilación (operación de conformación plástica en frío o en caliente que consiste en la reducción de sección de un alambre o varilla normalmente de acero haciéndolo pasar a través de un orificio cónico practicado en una herramienta llamada hilera o dado) siempre se limpiara el alambión: eliminar óxido de la superficie metálica e impurezas.

Si no se realiza la limpieza del alambión se tiene que: la capa de óxido penetra en la superficie del alambre, lo que resulta en una mala calidad de la superficie; se produce un gran desgaste en la

hilera y gran frecuencia de rotura de alambrón, para lo que se utilizan distintos métodos de limpieza.

3.3. DESCRIPCION DE PROCESO DE DECAPADO.

El decapado es el método mediante el cual se elimina el óxido y los residuos de la superficie de la pieza mediante disoluciones ácidas. El objetivo de este proceso es la eliminación de los residuos sin que se llegue a atacar la superficie del acero.

Para ello es necesaria la adición de inhibidores para que no haya prácticamente ataque al metal base. Los factores más importantes que influyen a la hora de mantener el baño de decapado son: la concentración de ácido, la temperatura del baño, y la duración del tratamiento. En el proceso se utilizan fundamentalmente como ácidos de decapado el ácido clorhídrico (HCl) y en mucha menor proporción el ácido sulfúrico (H₂SO₄).

La concentración del baño de decapado es de un 14-16% en peso en caso de utilizar ácido clorhídrico y de un 10-14% en peso para el ácido sulfúrico, siendo la temperatura de trabajo de 80°C. La actividad del baño de decapado va disminuyendo al aumentar su concentración en hierro, por lo que es necesario realizar adiciones periódicas de ácido para mantenerla. Así mismo, será necesario reponer las pérdidas producidas tanto por evaporación como por arrastre de las piezas, compensándose estas pérdidas mediante la adición de agua. Este sistema puede mantenerse así hasta que se alcanza el límite de solubilidad del cloruro ferroso (FeCl₂) en el propio ácido clorhídrico, por lo que una vez que se ha llegado a este límite, el baño de decapado estará agotado siendo necesaria su renovación. Seguido del baño de decapado es necesario realizar una etapa de lavado de las piezas, con el fin de evitar que éstas arrastren

ácido y sales de hierro a las etapas posteriores y al mismo tiempo neutralizar los ácidos empleados.

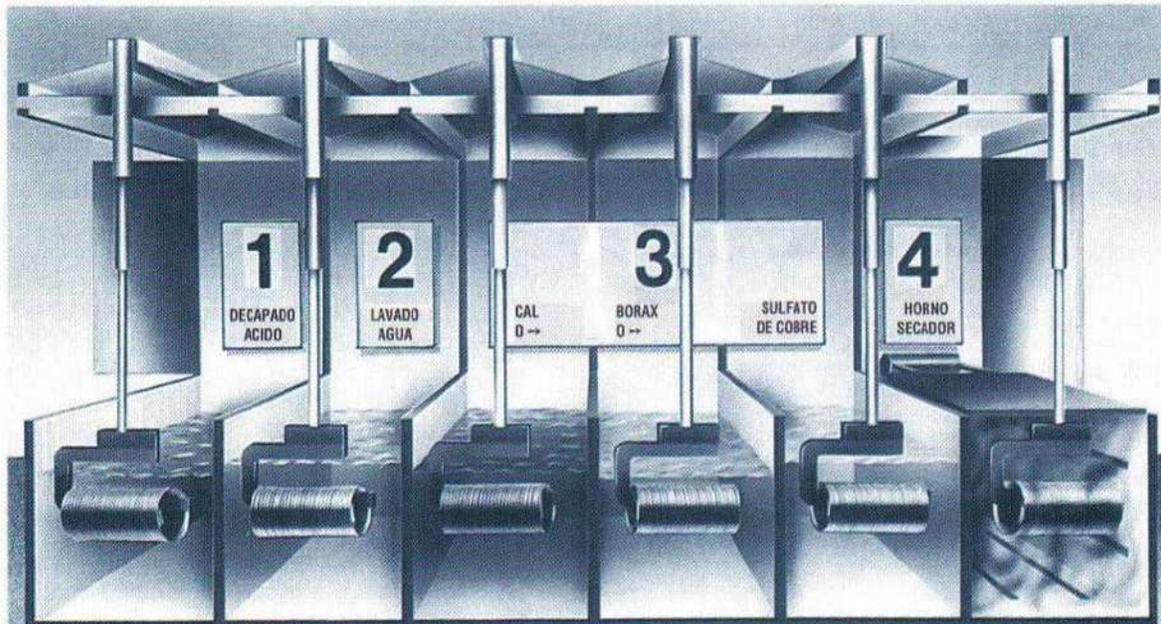


Fig. 3.4. Proceso de decapado del alambre.

3.4. LEVANTAMIENTO TECNICO.

El lograr un correcto manejo del sistema de vapor, implica tener una generación, distribución y uso del vapor adecuado en los procesos, mediante la correcta operación de los generadores de vapor, dimensionamiento de tubería que proporcionan velocidades y caídas de presión adecuadas y con equipos de control que nos proporcionen autoridad sobre el proceso.

Con un manejo correcto del sistema de vapor se tiene un mínimo desgaste de tuberías, de fatiga de equipos y un aprovechamiento al máximo del poder calorífico del vapor. Una vez cambiado de estado físico del vapor a líquido (condensado) dentro del proceso, es conveniente llevar a cabo una rápida remoción y transportación al tanque de condensado o de alimentación a la caldera para el aprovechamiento de la energía calorífica contenida en el líquido, traduciéndose este manejo de control de vapor en ahorros de combustible.

En el levantamiento del sistema de distribución de vapor y condensado de la planta que realice, identifique y evalúe visualmente todos y cada uno de los accesorios del sistema, a su vez realice el diagnostico de su correcto funcionamiento mediante equipo de ultrasonido y cámara termográfica.

Durante el levantamiento, personal de la planta me apoyo describiendo de manera verbal el proceso, los equipos con los que se contaban, la distribución de los mismos y la forma en que operaban su sistema de calentamiento.

En base a estas descripciones y observaciones por parte del personal operario, hice un diagrama general para posteriormente elaborar el layout de la situación en la que se encontraba la planta. Realice un inventario completo de los accesorios de vapor y condensado, su ubicación, estado de funcionamiento, marca, etc., todo esto para su análisis posterior en la elaboración del proyecto.

A continuación hago una descripción general del área de decapado.

El área de decapado de la empresa DEACERO planta Morelia, consta de 7 tinas para el proceso.

Existen 4 tinas de agua que incluyen: dos tinas de Borax con capacidad de 15 m^3 y dos tinas de Fosfato con capacidad de 15 m^3 .



Fig. 3.5. Tinan de decapado.

Existen 3 tinan de ácido sulfúrico, con una capacidad de 6 m^3 cada una.

CALENTAMIENTO DE LAS TINAS.

Las 7 tinas son calentadas por vapor generado en una caldera marca MYRGO con una capacidad de 100 BHP (Boiler Horse Power) que trabaja con gas natural como combustible y una caldera de respaldo marca CLEAVER BROOK de la misma capacidad que trabaja con gas natural como combustible.



Fig. 3.6. Caldera.

CALENTAMIENTO TINAS DE AGUA.

Cada una de las tinas cuenta con una alimentación de vapor que se divide en dos serpentines de intercambio para su calentamiento.



Fig. 3.7. Tina de agua.

CALENTAMIENTO TINAS DE ACIDO.

Las 3 tinas de ácido sulfúrico son calentadas por medio de un serpentín de intercambio.



Fig. 3.8. Tina de ácido.

3.5. DESARROLLO DE LAYOUT (ACTUAL)

Para el desarrollo del layout de la instalación actual utilice el programa Autocad, sin escala y sin medidas. La clave del plano es ATIISA-DEACMR-00.

El plano es únicamente del sistema de calentamiento del proceso de decapado, abarca desde la generación de vapor, distribución, control, usuarios y retorno de condensados.

Para realizar el plano utilice únicamente la observación, la intención de este es plantear y poder trabajar con la ubicación de los equipos instalados. Durante las visitas realizadas a la planta hice un diagrama a mano de las instalaciones, con anotaciones de los equipos instalados, diámetros de tuberías, distribución y la forma en la que trabaja el sistema de calentamiento, esto es únicamente lo que es el vapor, los condensados y las conexiones eléctricas. Ver anexo 1.

3.6. CONDICIONES DE OPERACIÓN.

DATOS DE BASE DE CALCULOS.

Tomando en cuenta la información de operación que me proporciono el personal de DEACERO planta Morelia, así como los datos que recopile en las visitas a planta, determine los diferentes valores y costos operativos del sistema de calentamiento en el proceso de decapado.

En lo que se refiere a la generación de vapor, recopile y determine los siguientes datos:

GENERADORES DE VAPOR (CALDERAS).

Caldera 1. (En operación).

- Capacidad: 100 BHP.
- Marca: MYRGO.
- Año de fabricación: 1992.
- Presión de operación: 4 kg/cm².
- Presión de operación de diseño: 7 kg/cm².
- Presión máx. de diseño: 10.5 kg/cm².
- Combustible utilizado: Gas natural.
- Generación de vapor al 80%: 1, 252 kg vapor/hr.
- Horas de trabajo estimado al 100% por día: 12.54 horas.

Caldera 2. (Respaldo).

- Capacidad: 100 BHP.
- Marca: CLEAVER BROOK.

- Año de fabricación: 1993.
- Presión de operación: Fuera de servicio.
- Presión de operación de diseño: 7 kg/cm^2 .
- Presión máx. de diseño: 10.5 kg/cm^2 .
- Combustible utilizado: Gas natural.
- Generación de vapor al 80%: 1, 252 kg vapor/hr.
- Horas de trabajo estimado al 100% por día: F.S.

COMBUSTIBLE.

- Costo de combustible Gas natural 1 m^3 : \$ 2.43 M.N.
- Consumo de combustible por hora: 140 m^3 .
- Costo del combustible por hora en la caldera 1: \$ 340.2 M.N.

AGUA.

- Costo del agua 1 m^3 : \$ 4.77 M.N.
- Consumo de agua por hora en la caldera: 1.565 m^3 .
- Costo del agua de la caldera 1 por hora: \$ 7.46 M.N.

VAPOR.

- Costo del vapor por hora de trabajo: \$ 347.46 M.N.
- Costo del kilo de vapor: \$ 0.28 M.N.
- Costo del kilo de condensado: \$ 0.085 M.N.

3.7. RESULTADOS DE ANÁLISIS DE REVISIÓN DE INSTALACIONES.

Durante el levantamiento técnico de las instalaciones recopile toda la información necesaria para determinar las condiciones operativas con las cuales trabaja el sistema de calentamiento en el proceso de decapado químico. Los principales datos que necesite para determinar la condición de trabajo son las temperaturas que se manejan y se requieren en los distintos puntos de distribución de vapor, flujos de vapor requeridos, presiones requeridas, tasa de generación de condensado, distancias aproximadas, diámetros de tubería, entre otros; es también de gran importancia revisar y diagnosticar el estado en el que se encuentran los diferentes equipos de control y acondicionamiento de vapor instalados.

A continuación presento la información recabada, mostrando los resultados, observaciones y recomendaciones que realicé para las diferentes secciones en el proceso de decapado químico.

3.7.1. REPORTE DE CUARTO DE MAQUINAS.

CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.

Descripción y ubicación

Referencia en plano: A.

Número de pieza: 1.

Diagnóstico.

Mal diseño de cabezal y eliminación de condensado y aire inexistente. El propósito del cabezal, además de distribuir el vapor a los diferentes usuarios, es eliminar los arrastres de agua provenientes de la caldera y evitar que se envíen a proceso. Debido al mal diseño del cabezal junto con la falta de sistemas de eliminación de condensado, este arrastre, junto con lo que se condensa de vapor, no se elimina, y por lo tanto se envía a proceso, lo que provoca mala calidad de vapor, golpes de ariete en líneas de distribución y equipos (válvulas, reductoras de presión, etc), corrosión por pH e incrustación en las tuberías.

Los problemas causados por no eliminar el arrastre proveniente de la caldera así como el condensado generado en este punto se traducen en mayor consumo de combustible en la generación de vapor, además del desgaste de la tubería y equipos de control de vapor. No se cuenta con sistemas de eliminación de aire. Es importante la eliminación de aire en todo el sistema de vapor, ya que el aire es un excelente aislante.

Generación de condensado estimado en este punto: 313 lts/hr.



Fig. 3.9. Cabezal de distribución de vapor.

Recomendaciones.

Se debe realizar un correcto cálculo de dimensionamiento del cabezal y pierna colectora para captar correctamente el condensado e instalar los equipos adecuados para eliminar el condensado recolectado y el aire.

Instalar cabezal de distribución de vapor dimensionado adecuadamente marca ATIISA modelo MRR07 e instalar arreglo SPENCE modelo AT-022001. Ver anexo 3, plano con clave ATIISA-DEACMR-02.



Fig. 3.10. Cabezal de distribución dimensionado correctamente.

ALIMENTACIÓN DE AGUA A CALDERA.

Descripción y ubicación.

Referencia en plano: B.

Número de pieza: 1.

Diagnostico.

El tanque de alimentación de agua de la caldera trabaja de manera inadecuada. No existe retorno de condensado de proceso. El agua de alimentación de agua a la caldera se encuentra a temperatura ambiente, lo que produce daños mecánicos a la caldera, ya que si consideramos que el agua a temperatura ambiente se encuentra a 20 °C y el interior de la caldera a 4 kg/cm² se encuentra a 151 °C se somete el metal del interior de la caldera a un constante choque térmico que puede derivar en el colapso de esta, mayor consumo de combustible por el gran diferencial de temperatura y una tasa de generación de vapor inestable.



Fig. 3.11. Tanque de alimentación de agua a la caldera.

Recomendaciones.

Instalar sistema de control auto operante marca SPENCE modelo AT-022002. Ver anexo 4, plano con clave ATIISA-DEACMR-08.



Fig. 3.12. Alimentación de agua a calderas y sistema de control de temperatura auto operante.

3.7.2. REPORTE DE LÍNEA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.

DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.

Descripción y ubicación.

Sistemas de piernas colectoras y trapeo en la línea de distribución de vapor. Referencia en plano: N.A..

Número de pieza: 1.

Diagnostico.

Línea de distribución sobredimensionada. En las condiciones de operación marcadas por los generadores de vapor la tubería de distribución instalada resulta sobredimensionada, lo que provoca que el vapor viaje a una velocidad baja por la tubería, teniendo mayor generación de condensado.

No existen piernas colectoras de condensado ni trapeos en la línea de distribución. Debido a esto, el condensado que se genera a través de la línea, se envía a proceso, lo que resulta corrosivo para la tubería y ocasiona golpes de ariete dañando mecánicamente tuberías y equipos (válvulas, reductoras de presión, etc), además de tener vapor de mala calidad.

No se cuenta con sistemas de eliminación de aire. El aire disminuye la transferencia de calor ya que es un excelente aislante, además de que contribuye a la corrosión de la tubería.

Generación de condensado estimado en este punto: 112.7
lts/hr.



Fig. 3.13. Líneas de distribución sobredimensionadas y sin eliminación de condensado y aire.

Recomendaciones.

Instalar tubería de distribución de dimensiones adecuadas. Instalación de piernas colectoras de condensado dimensionadas adecuadamente.

Conectar la descarga de condensado hacia el tanque de alimentación. Instalando las piernas colectoras aproximadamente cada 30 metros, bajadas y subidas adecuadas de línea de vapor y aislamiento de la tubería.

Instalar sistemas de eliminación de condensado y aire en las piernas y final de tubería marca SPENCE modelo AT-022003. Ver anexo 5, plano con clave ATIISA-DEACMR-03.

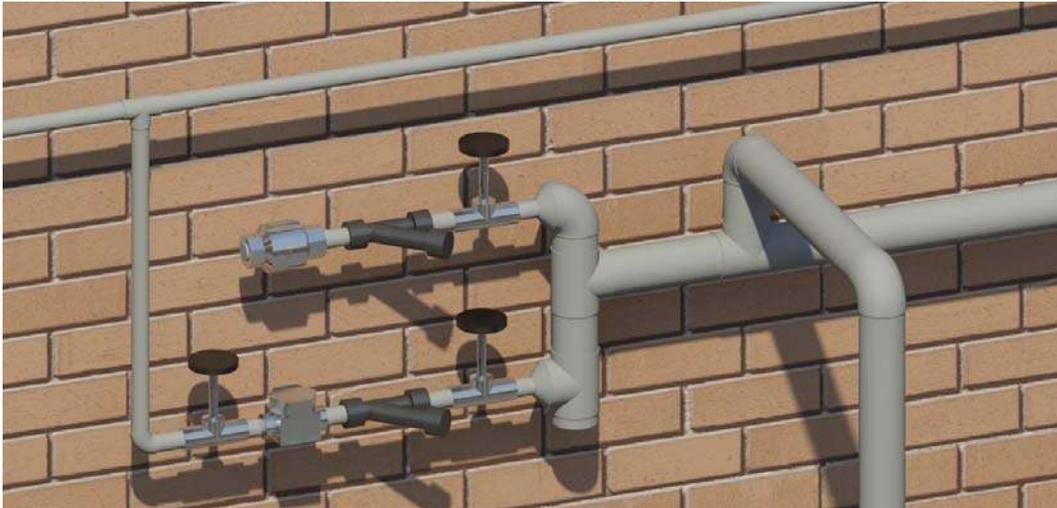


Fig. 3.14. Pierna colectora de condensado en línea de distribución.

3.7.3. REPORTE DE ÁREA DE PROCESO.

ÁREA DE TINAS DE AGUA CALIENTE.

Las condiciones de alimentación y descarga de condensado en las 4 tinas de agua caliente es la misma, por lo tanto indico la descripción y ubicación de cada una y generalizo el resultado del diagnostico y recomendaciones.

Descripción y ubicación.

Alimentación de vapor de tina Borax-I. Referencia en plano: C.

Número de pieza: 1.

Alimentación de vapor de tina Borax-II. Referencia en plano: D.

Número de pieza: 2.

Alimentación de vapor de tina Fosfato-I. Referencia en plano: E.

Número de pieza: 3.

Alimentación de vapor de tina Fosfato-II. Referencia en plano: F.

Número de pieza: 4.

Diagnostico.

Un disparo de vapor de la línea de distribución de vapor principal suministra el vapor para esta área. El vapor se suministra a presión de generación. El uso de vapor a esta presión se recomienda únicamente para efectos de distribución ya que el volumen de este es menor a presiones altas, para su uso en calentamiento se recomienda

hacerlo a presiones bajas ya que la energía de transferencia es mayor, y también es necesario la eliminación de condensado que viaja ocluido en el vapor y que no se elimina en las piernas colectoras, actualmente no se cuenta con ningún sistema para este efecto.

El suministro de vapor a cada una de las tinas se realiza a través de una válvula que por su diseño opera de manera ON/OFF por lo que no se tiene control alguno en la temperatura de las tinas y por lo tanto se tiene un mayor consumo de vapor y un mayor consumo de combustible, además de un proceso inestable.



Fig. 3.15. Control de temperatura inexistente.

El condensado generado en estas tinas se envía a drenaje, con lo que se desaprovecha la energía que contiene y el agua ya tratada se desecha.

Generación de condensado estimada en este punto: 560 lts/hr.

El trampeo se encuentra sobredimensionado y fugando vapor. Debido al mal dimensionamiento de las trampas de vapor, en el momento en que estas desalojan el condensado generado también fugan vapor.

Fuga de vapor estimada en este punto: 42 kg/hr.



Fig. 3.16. Trampeo sobredimensionado y fugando vapor.

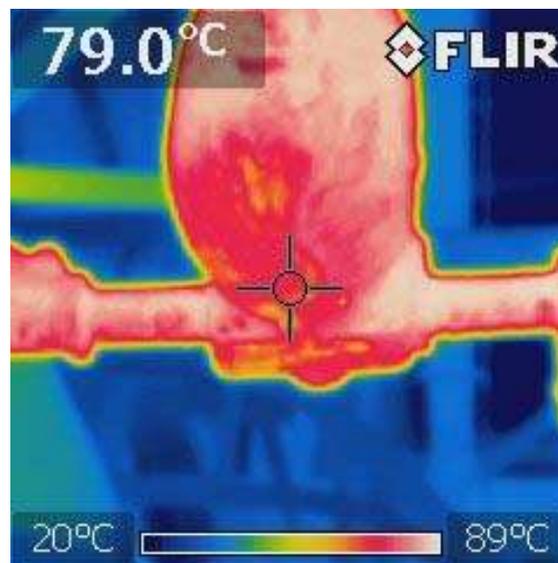


Fig. 3.17. Termografía de trampeo fugando vapor.

Recomendaciones.

Es necesario regular la presión a una tal que nos proporcione la mayor transferencia de energía posible, y también lo es tener una buena calidad de vapor. Para poder realizar los puntos mencionados se necesita instalar una estación de regulación de presión completa para el área de tinas de agua caliente marca SPENCE modelo AT-022004. Ver anexo 6, plano con clave ATIISA-DEACMR-04.



Fig. 3.18. Estación reguladora de presión completa para área de tinas de agua caliente.

Se debe controlar la temperatura en las tinas a través de sistemas de control de temperatura que cuentan con válvulas de control marca RTK modelo AT-022006. Ver anexo 7, plano con clave ATIISA-DEACMR-05.



Fig. 3.19. Sistema de control de temperatura en tinas de agua caliente.

Es necesaria también la aplicación de un sistema de eliminación de condensado adecuado, con la capacidad requerida dimensionado de acuerdo a la demanda requerida por el proceso. Instalar sistema eliminador de condensado marca SPENCE modelo AT-022010. Ver anexo 7, plano con clave ATIISA-DEACMR-05.



Fig. 3.20. Sistema eliminador de condensado.

ÁREA DE TINAS DE ÁCIDO.

Las condiciones de alimentación y descarga de condensado en las 3 tinas de ácido sulfúrico es la misma, por lo tanto indico la descripción y ubicación de cada una y generalizo el resultado del diagnostico y recomendaciones.

Descripción y ubicación.

Alimentación de vapor de tina H₂SO₄-I. Referencia en plano: G.

Número de pieza: 1.

Alimentación de vapor de tina H₂SO₄-II. Referencia en plano: H.

Número de pieza: 2.

Alimentación de vapor de tina H₂SO₄-III. Referencia en plano: I.

Número de pieza: 3.

Diagnostico.

Un disparo de vapor de la línea de distribución de vapor principal suministra el vapor para esta área. El vapor se suministra a presión de generación. El uso de vapor a esta presión se recomienda únicamente para efectos de distribución ya que el volumen de este es menor a presiones altas, para su uso en calentamiento se recomienda hacerlo a presiones bajas ya que la energía de transferencia es mayor, y también es necesario la eliminación de condensado que viaja ocluido en el vapor y que no se elimina en las piernas colectoras, actualmente no se cuenta con ningún sistema para este efecto.

No existe control en la alimentación de vapor. No se tiene control en la temperatura de las tinas, por lo tanto el consumo de vapor es mayor por este motivo se tiene mayor consumo de combustible, además de un proceso inestable.



Fig. 3.21. Control de temperatura inexistente.

El condensado generado en estas tinas se envía a drenaje, con lo que se desaprovecha la energía que contiene y el agua ya tratada se desecha. Además el trampeo utilizado no es el adecuado para este tipo de proceso.

Generación de condensado estimada en este punto: 156 lts/hr.



Fig. 3.22. Condensado generado enviado a dren.

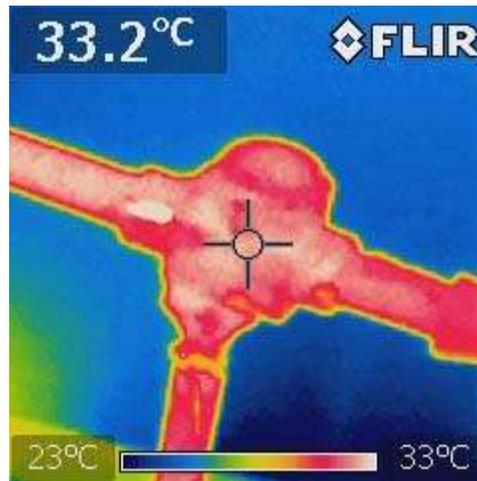


Fig. 3.23. Termografía de trampeo de tina de ácido.

Recomendaciones.

Es necesario regular la presión a una tal que nos proporcione la mayor transferencia de energía posible, y también lo es tener una buena calidad de vapor. Para poder realizar los puntos mencionados se necesita instalar una estación de regulación de presión completa para el área de tinas de ácido marca SPENCE modelo AT-022005. Ver anexo 6, plano con clave ATIISA-DEACMR-04.



Fig. 3.24. Estación reguladora de presión completa para área de tinas de ácido.

Se debe controlar la temperatura en las tinas a través de sistemas de control de temperatura que cuentan con válvulas de control marca RTK modelo AT-022009. Ver anexo 8, plano con clave ATIISA-DEACMR-06.



Fig. 3.25. Sistema de control de temperatura en tina de ácido.

Es necesaria también la aplicación de un sistema de eliminación de condensado adecuado, con la capacidad requerida dimensionado de acuerdo a la demanda requerida por el proceso. Instalar sistema eliminador de condensado marca SPENCE modelo AT-022013. Ver anexo 8, plano con clave ATIISA-DEACMR-06.

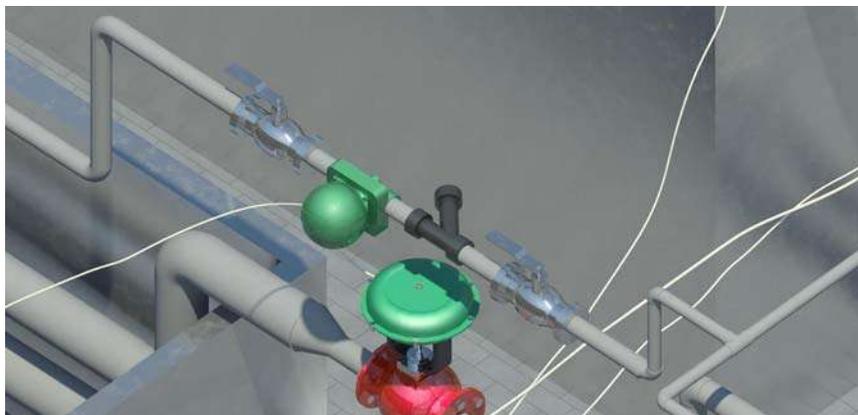


Fig. 3.26. Sistema eliminador de condensado.

RETORNO DE CONDENSADO.

Diagnostico.

No existe retorno de condensado. El condensado generado en los diferentes usuarios del proceso se desecha a drenaje, por lo que al no recuperarse se no se aprovecha la energía que este contiene, se desperdicia agua tratada, etc.

Recomendaciones.

Recuperar todo el condensado posible que se genere en proceso y enviarlo al tanque de alimentación de agua a la caldera. La forma mas económica y eficiente de retornar el condensado es por medio de una bomba de condensado SPENCE, la cual es una bomba que NO requiere de electricidad para su operación ya que utiliza el vapor como fuerza motriz, además de que cuenta con un mecanismo patentado de pistón que al no utilizar resortes permite un alto desempeño y menor daño al mecanismo, así como un fácil mantenimiento. Se debe realizar la instalación de una estación bomba de retorno de condensado marca SPENCE modelo AT-022014. Ver anexo 9, plano con clave ATIISA-DEACMR-09.



Fig. 3.27. Bomba colectora de condensado.

3.7.4. DESARROLLO DE LAYOUT (PROPUESTO).

Para el desarrollo del layout de la propuesta utilice el programa AUTOCAD, sin escala y sin medidas. La clave del plano es ATIISA-DEAC-01.

Para el desarrollo de este plano me base en el layout de la instalación actual que realicé previamente, en este incluí todas las modificaciones que propuse al sistema de calentamiento así como la forma en la que se deben instalar. Además están señalados cada uno de los arreglos sugeridos en cada una de las áreas y que se encuentran detallados en los anexos correspondientes.

En este layout de la propuesta, presenté el resultado final de las instalaciones de los arreglos que propuse para la optimización del sistema de calentamiento del proceso de decapado.

El tamaño original del layout es de 61 cm por 43 cm que es el tamaño que empleé en el desarrollo y en la presentación del proyecto al personal de DEACERO planta Morelia. Por motivos de espacio en este reporte, hago una reducción a tamaño Carta. Ver anexo 2.

3.7.5. NOTAS Y RECOMENDACIONES ADICIONALES.

- Recomiendo en la generación de vapor elevar la presión de operación de las calderas a una presión de 7 kg/cm^2 con la finalidad de lograr menor arrastre de agua de la caldera, velocidad y flujo másico adecuados en la tubería, menor generación de condensado en la tubería de distribución entre otros.
- Recomiendo instalar el retorno de condensados de las tinas de ácido sulfúrico por separado e instalar un sistema sensor de contaminación de ácido que desvíe el condensado a drenaje en caso de contaminación marca ATIISA modelo MRR08 (ver fig. 3.28 y anexo 10, plano con calve ATIISA-DEACMR-07).
- Si es posible, instalar un sistema bomba de retorno de condensado independiente para estas tinas.



Fig. 3.28. Bombas de condensado con sistema sensor de contaminación.

CAPITULO 4.- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

4.1. PERDIDAS DE VAPOR POR FUGAS.

Para determinar las pérdidas generadas en las instalaciones actuales del proceso de decapado en DEACERO planta Morelia, se toman en cuenta las condiciones de operación, las características técnicas de los equipos y las demandas termodinámicas del proceso de decapado.

En las tinas de agua del proceso de decapado, se utilizan trampas de vapor de tipo flotador, en este tipo de trampas de vapor por su principio de funcionamiento de descarga continua, el condensado es eliminado en la medida en que se forma, no afectando la presión existente dentro del equipo, estos equipos son los recomendados para estos sistemas.

Las trampas de vapor que se encuentran instaladas actualmente en las tinas de agua son de marca SPIRAX SARCO, modelo FTE-10 de 2" de alta capacidad.



Fig. 4.1. Trampa de vapor tipo flotador de alta capacidad.

El serpentín de calentamiento de las tinas de agua tiene un diámetro de tubería de 2", lo que lleva a la conclusión de la mayoría de los encargados del área y de la empresa que instalo esos equipos, de que se debe instalar una trampa de vapor de igual diámetro, es decir de 2". Este tipo de trampas son de alta capacidad y desplazan un volumen de hasta 40000 lbs/hr de condensado. Las trampas se deben dimensionar y especificar de acuerdo a la tasa de generación de condensado del proceso, condiciones de operación del proceso, contrapresión de descarga del condensado, entre otros.

Estas trampas por diseño cuentan con un orificio de desalojo constante y con doble orificio de apertura para poder desplazar todo el volumen, esto ocasiona una fuga de vapor constante en la tina, y al momento de que abre la trampa no solo expulsa condensados sino que también una gran cantidad de vapor, todo esto representa grandes pérdidas de vapor en las tinas de agua.

Una vez identificados estos problemas de dimensionamiento podemos determinar las pérdidas de vapor generadas en las tinas, ya que en base a los datos técnicos de los equipos instalados, los equipos propuestos y las necesidades del proceso de decapado, estipulamos la cantidad de vapor que se desperdicia por cada hora de trabajo.

En la tabla siguiente se muestran las pérdidas generadas en cada una de las tinas de agua en el sistema de calentamiento del proceso de decapado. En base al costo del kilo de vapor, determino los costos de trabajo por hora, día y por mes.

| ELEMENTO | CANTIDAD DE VAPOR PERDIDO |
|----------------------------------|----------------------------------|
| TINA DE BORAX-I | 10.50 KG/HR |
| TINA DE BORAX-II | 10.50 KG/HR |
| TINA DE FOSFATO-I | 10.50 KG/HR |
| TINA DE FOSFATO-II | 10.50 KG/HR |
| TOTAL | 42 KG/HR |
| COSTO POR HORA DE TRABAJO | \$ 11.76 M.N. |
| COSTO POR DIA DE TRABAJO | \$ 147.47 M.N. |
| COSTO POR MES | \$ 4,424.1 M.N. |

4.2. PERDIDAS DE CONDENSADO POR MALA RECUPERACIÓN.

En lo que se refiere a la generación de condensados, en base al recorrido del sistema de calentamiento que realicé, las condiciones de operación y las especificaciones técnicas de los equipos instalados analicé y determiné las pérdidas de condensado que se generan en el proceso de decapado.

Al evaporarse el agua dentro de una caldera se producen burbujas de agua, entre otros efectos, y debido a que no se trabaja a la presión adecuada, se crea arrastre de esa agua, cuando llega el vapor al cabezal de vapor, toda esa agua se deposita en ese lugar, además de que desde el mismo momento en que el vapor sale de la caldera y debido al cambio de temperatura, se condensa una parte de vapor que se junta con la que ya se había generado, debido al mal diseño del cabezal de vapor, todo el condensado y arrastres en este punto se envían a proceso.

En toda la línea de distribución no existen piernas recolectoras de condensado. El condensado que se genera en las líneas de distribución no se elimina lo que genera golpes de ariete, daño en equipos, vapor de mala calidad, ineficiencia en el sistema, etc.

El condensado generado en todas las tinas se envía a drenaje, perdiéndose agua ya tratada así como la energía que este contiene.

En la siguiente tabla se muestran las pérdidas generadas por la mala recuperación de condensado. En base al costo del kilo de condensado, determiné los costos de trabajo por hora, día y mes.

| ELEMENTO | PERDIDA DE CONDENSADO |
|--|------------------------------|
| CABEZAL DE VAPOR | 313 lts/hr. |
| LINEA DE DISTRIBUCION | 112.7 lts/hr. |
| TINA DE BORAX-I | 140 lts/hr. |
| TINA DE BORAX-II | 140 lts/hr. |
| TINA DE FOSFATO-I | 140 lts/hr. |
| TINA DE FOSFATO-II | 140 lts/hr. |
| TINA 1 DE H ₂ SO ₄ | 52 lts/hr. |
| TINA 2 DE H ₂ SO ₄ | 52 lts/hr. |
| TINA 3 DE H ₂ SO ₄ | 52 lts/hr. |
| TOTAL | 1141.7 lts/hr. |
| COSTO POR HORA DE TRABAJO | \$ 110.21 M.N. |
| COSTO POR DIA DE TRABAJO | \$ 1,382.15 M.N. |
| COSTO POR MES | \$ 41,464.57 M.N. |

Las pérdidas generadas en el sistema de calentamiento del proceso de decapado, representan para mí las áreas de oportunidad para la propuesta que presente, por lo tanto en base a los equipos y las modificaciones que recomiendo se tiene lo siguiente:

Total de ahorro estimado en un mes de 30 días de 12.54 hrs.

| | |
|--|---------------------------|
| Mejoras en corrección en fugas de vapor: | \$ 4, 424.10 M.N. |
| Mejoras en recuperación de condensado: | \$ 41, 464.57 M.N. |
| TOTAL DE AHORRO ESTIMADO: | \$ 45, 888.66 M.N. |

4.3. RESUMEN DE INVERSIÓN.

A continuación presento el resumen de inversión a realizar de la propuesta de optimización al sistema de calentamiento del proceso de decapado en la empresa DEACERO planta Morelia, se encuentra separado para cada área e incluye el precio unitario de cada pieza así como la clave única de cada uno de los elementos. Presento el subtotal del proyecto, el IVA desglosado así como el monto total del proyecto.

| PARTIDA | CANT. | DESCRIPCIÓN | PRECIO UNITARIO | PRECIO TOTAL |
|---------|-------|--|-----------------|--------------|
| | | <u>CUARTO DE MÁQUINAS.</u> | | |
| A | 1 | CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR Marca: ATIISA. Modelo: MRR07. | \$ 77,733.33 | \$ 77,733.33 |
| B | 1 | SISTEMA ELIMINACION DE AIRE Y CONDENSADO EN CABEZAL. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022001 | \$ 13,213.73 | \$ 13,213.73 |
| C | 1 | SISTEMA DE CONTROL AUTO OPERANTE. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022002. | \$ 26,643.83 | \$ 26,643.83 |
| | | <u>DISTRIBUCIÓN DE VAPOR.</u> | | |
| D | 4 | SISTEMA ELIMINACION DE AIRE Y CONDENSADO EN LINEA DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022003. | \$ 10,953.80 | \$ 43,815.20 |

| | | <u>ÁREA DE PROCESO.</u> <u>ÁREA DE TINAS DE AGUA CALIENTE</u> | | |
|---|---|--|---------------|---------------|
| E | 1 | ESTACIÓN REGULADORA DE PRESIÓN. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022004. | \$ 94,173.53 | \$ 94,173.53 |
| F | 4 | SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA. Marca: RTK. Modelo: AT-022006. | \$ 122,703.98 | \$ 490,815.92 |
| G | 4 | SISTEMA DE ELIMINACION DE CONDENSADO. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022010 | \$ 16,274.67 | \$ 65,098.68 |
| | | <u>ÁREA DE TINAS DE ÁCIDO.</u> | | |
| H | 1 | ESTACIÓN REGULADORA DE PRESIÓN. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022005. | \$ 94,173.53 | \$ 94,173.53 |
| I | 3 | SISTEMA DE CONTROL DE TEMPERATURA. Marca: RTK. Modelo: AT-022009. | \$ 67,079.72 | \$ 201,239.16 |
| J | 3 | SISTEMA DE ELIMINACION DE CONDENSADO. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022013. | \$ 8,137.33 | \$ 24,411.99 |

| <u>RETORNO DE CONDENSADO.</u> | | | | |
|-------------------------------|---|---|---------------|---------------|
| K | 1 | ESTACIÓN BOMBA DE RETORNO DE CONDENSADO. Marca: SPENCE. Modelo: AT-022014. | \$ 120,000.00 | \$ 120,000.00 |
| L | 1 | SISTEMA SENSOR DE CONTAMINACIÓN. Marca: ATIIISA. Modelo: | \$ 26,000.00 | \$ 26,000.00 |

SUB TOTAL \$ 1,277,318.90

16% IVA \$ 204,371.02

TOTAL \$ 1,481,689.92

4.3.1. RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN.

En base a los ahorros generados por el desarrollo de ingeniería y el proyecto de propuesta presentado, comparó con el total de la inversión a realizar y determino el tiempo de recuperación de la inversión estimado.

TOTAL DE INVERSIÓN: \$ 1, 277, 318.90

TOTAL DE AHORROS MENSUALES: \$ 45, 886.66

Tiempo estimado en la recuperación de la inversión : 27.84 meses

4.4. TABLA COMPARATIVA DE RESULTADOS.

Una vez que obtuve los resultados del levantamiento técnico del proceso, y se cuantificaron todas las pérdidas, inversión, retorno de inversión, etc., elabore una tabla comparando las condiciones a las que se operaba el proceso de decapado químico al momento de realizar el proyecto, con las condiciones estimadas de operación al implementar el proyecto.

| CONCEPTO | SITUACION ACTUAL | PROPUESTA | AHORROS |
|-------------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------------------|
| Consumo de combustible por hora: | 140.00 m ³ /hr | 89.80 lt/hr | 50.197 lt/hr |
| Consumo de combustible por día: | 1,755.60 lt/día | 1,126.13 lt/día | 629.47 lt/día |
| Consumo de combustible por mes: | 52,668.00 lt/mes | 33,783.78 lt/mes | 18,884.22 lt/mes |
| Precio de combustible: | \$ 2.43 Pesos/lt | \$ 2.43 Pesos/lt | |
| Costo del combustible por hora: | \$ 340.20 Pesos/hr | \$ 224.02 Pesos/hr | \$ 116.18 Pesos/hr |
| Costo del combustible por día: | \$ 4,266.11 Pesos/día | \$ 2,736.49 Pesos/día | \$ 1,529.6222 Pesos/día |
| Costo del combustible por mes: | \$ 127,983.24 Pesos/mes | \$ 82,094.58 Pesos/mes | \$ 45,888.66 Pesos/mes |
| Consumo de agua por hora: | 1.565 m ³ /hr | 0.35 m ³ /hr | 1.215 m ³ /hr |
| Consumo de agua por día: | 19.63 m ³ /día | 4.39 m ³ /día | 15.24 m ³ /día |
| Precio del agua: | \$ 4.77 Pesos/m ³ | \$ 4.77 Pesos/m ³ | |
| Costo del agua por hora: | \$ 7.47 Pesos/hr | \$ 1.67 Pesos/hr | \$ 5.80 Pesos/hr |
| Costo del agua por día: | \$ 93.61 Pesos/día | \$ 20.94 Pesos/día | \$ 72.68 Pesos/día |
| | | | |
| Consumo de vapor por día: | 15,700.08 Kg/día | 10,191.65 Kg/día | 5,508.43 Kg/día |
| Costo del vapor por HORA (al 100%): | \$ 347.67 M.N. | \$ 225.69 M.N. | \$ 121.9794 M.N. |
| Costo del vapor por día: | \$ 4,359.72 M.N. | \$ 2,830.10 M.N. | \$ 1,529.62 M.N. |
| | | | |
| Costo del KG/HORA DE VAPOR: | \$ 0.28 M.N. | \$ 0.18 M.N. | \$ 0.10 M.N. |

| HRS/DIA TRABAJO | AHORRO POR DIA | AHORRO POR MES | AHORRO POR AÑO |
|-----------------|------------------|-------------------|--------------------|
| 12.54 | \$ 1,529.62 M.N. | \$ 45,888.66 M.N. | \$ 550,663.98 M.N. |

| | |
|--|----------------------|
| TOTAL DE INVERSION | \$ 1,277,318.90 M.N. |
| TIEMPO ESTIMADO DE RECUPERACION DE INVERSION | 27.84 meses |

4.5. DESARROLLO DE LAYOUT (PROPUESTO).

Para el desarrollo del layout de la propuesta utilice el programa AUTOCAD, sin escala y sin medidas. La clave del plano es ATIISA-DEAC-01.

Para el desarrollo de este plano me base en el layout de la instalación actual que realicé previamente, en este incluí todas las modificaciones que propuse al sistema de calentamiento así como la forma en la que se deben instalar. Además están señalados cada uno de los arreglos sugeridos en cada una de las áreas y que se encuentran detallados en los anexos correspondientes.

En este layout de la propuesta, presenté el resultado final de las instalaciones de los arreglos que propuse para la optimización del sistema de calentamiento del proceso de decapado.

El tamaño original del layout es de 61 cm por 43 cm que es el tamaño que empleé en el desarrollo y en la presentación del proyecto al personal de DEACERO planta Morelia. Por motivos de espacio en este reporte, hago una reducción a tamaño Carta. Ver anexo 2.

4.6. IMPACTO AMBIENTAL.

La preservación del medio ambiente es también una de las prioridades de este proyecto, así como de las empresas DEACERO y ATIISA, por lo que las actividades y todas las propuestas se desarrollan de forma que contribuyan positivamente al comportamiento medioambiental asociado a sus procesos, instalaciones y servicios, prestando especial atención a la protección del entorno.

Con la implementación de este proyecto, los ahorros energéticos conseguidos se interpretan también como disminución en consumo de combustible, con lo que al dejar de quemarlo disminuimos las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, tal es el caso para el CO₂, para el que se deja de emitir a la atmósfera las siguientes cantidades:

Total de ahorro estimado en proyecto por mes = \$ 45, 888.67 M.N.

Costo de combustible Gas natural 1 m³ = \$ 2.43 M.N.

Total de combustible ahorrado por mes = 18, 884.22 m³.

1 m³ de gas natural genera 2.21 kg de CO₂, con lo que tenemos:

Disminución de emisiones de CO₂ por mes = 41, 734.13 kg de CO₂.

Además, de acuerdo a la normativa vigente desechar aguas residuales, en este caso el condensado de las tinas de ácido sulfúrico, por encima de los 35 °C al sistema de alcantarillado, es considerado perjudicial para el medio ambiente. El condensado por sobre esta temperatura debe ser enfriado antes de que sea descargado, lo que implica incurrir en gastos adicionales de energía.

En la implementación de este proyecto, propuse recuperar el condensado que actualmente se envía al sistema de alcantarillado, cumpliendo así la normativa vigente mencionada y aprovechando la energía que este contiene para el proceso.

CAPITULO 5.- CONCLUSIONES.

Aun cuando el vapor es considerado como un servicio auxiliar en la mayoría de las plantas, el mal diseño de un sistema de vapor puede provocar la deficiente operación de todo un proceso o el alta costo de este. Por este motivo es de vital importancia identificar los diferentes problemas así como las soluciones apropiadas, para que los mejoramientos puedan ser satisfactoriamente implementados.

Como presente en el desarrollo de este proyecto, el manejo inadecuado del vapor en el sistema de calentamiento del área de decapado químico provoca un elevado costo de operación del proceso entre otros problemas, que se pudieron resolver de manera sencilla y satisfactoria con la implementación de este proyecto.

Cualquier sistema de vapor nos ofrece una amplia variedad de puntos a considerar para garantizar que éstos funcionen lo más eficientemente posible. Los resultados obtenidos del análisis del sistema de calentamiento incluye solo algunos de estos puntos, sin embargo con la sola consideración de estos pude obtener un ahorro teórico de 35.71% en el consumo de combustible.

El entendimiento de un sistema de vapor, así como el estudio y diagnostico de el mismo es posible gracias a el amplio entrenamiento y capacitaciones que me ha proporcionado la empresa ATIISA, así como varios años de experiencia en el campo.

ANEXOS.

Los anexos son los planos y detalles de las propuestas realizadas al sistema de calentamiento del proceso de decapado, los presento de forma individual para visualizarlos de mejor manera e identificar cada uno de los elementos que lo componen.

Para el desarrollo de los detalles propuestos utilice el programa AUTOCAD, no emplee ninguna escala y no incluyen medidas. Las claves de los planos de cada uno de los detalles son:

Anexo 1: ATIISA-DEACMR-00.

Anexo 2: ATIISA-DEACMR-01.

Anexo 3: ATIISA-DEACMR-02.

Anexo 4: ATIISA-DEACMR-08.

Anexo 5: ATIISA-DEACMR-03.

Anexo 6: ATIISA-DEACMR-04.

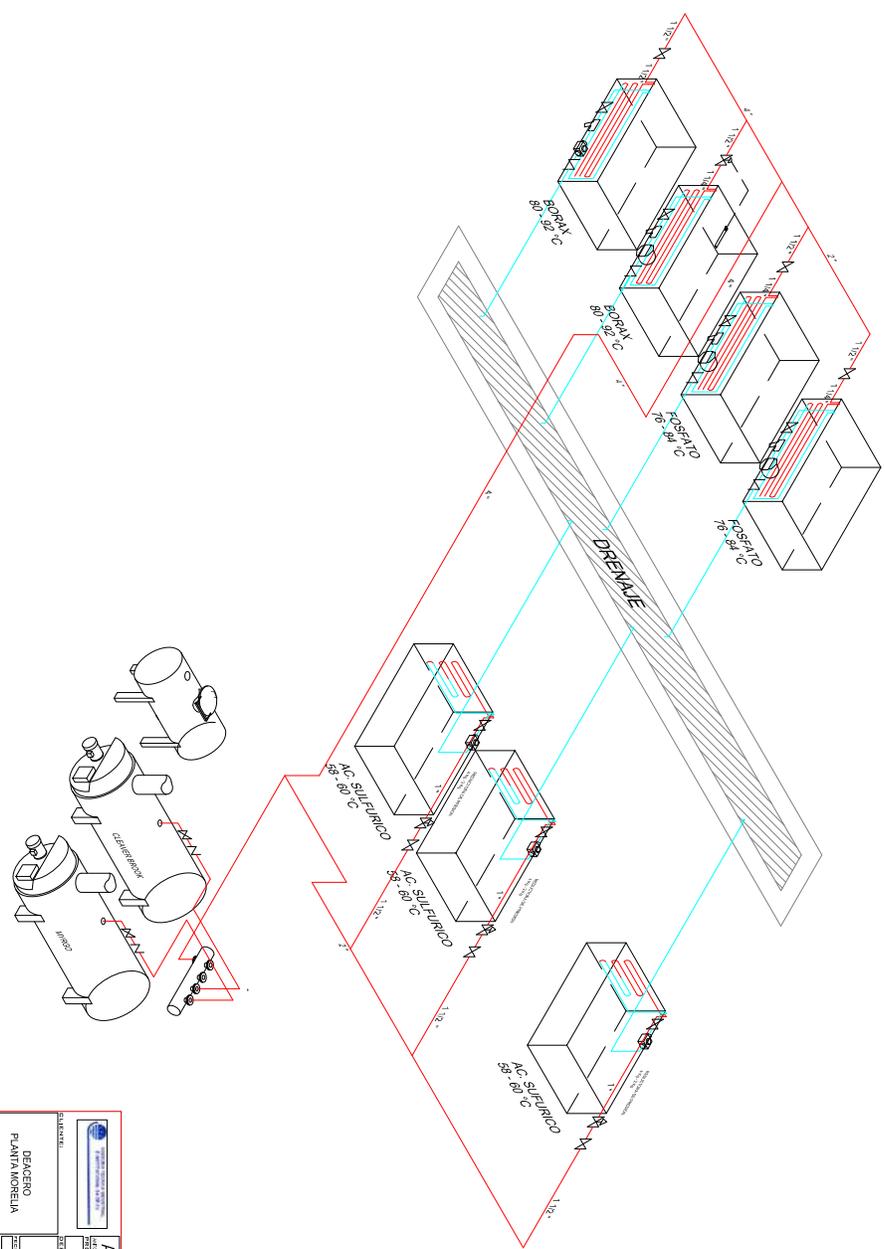
Anexo 7: ATIISA-DEACMR-05.

Anexo 8: ATIISA-DEACMR-06.

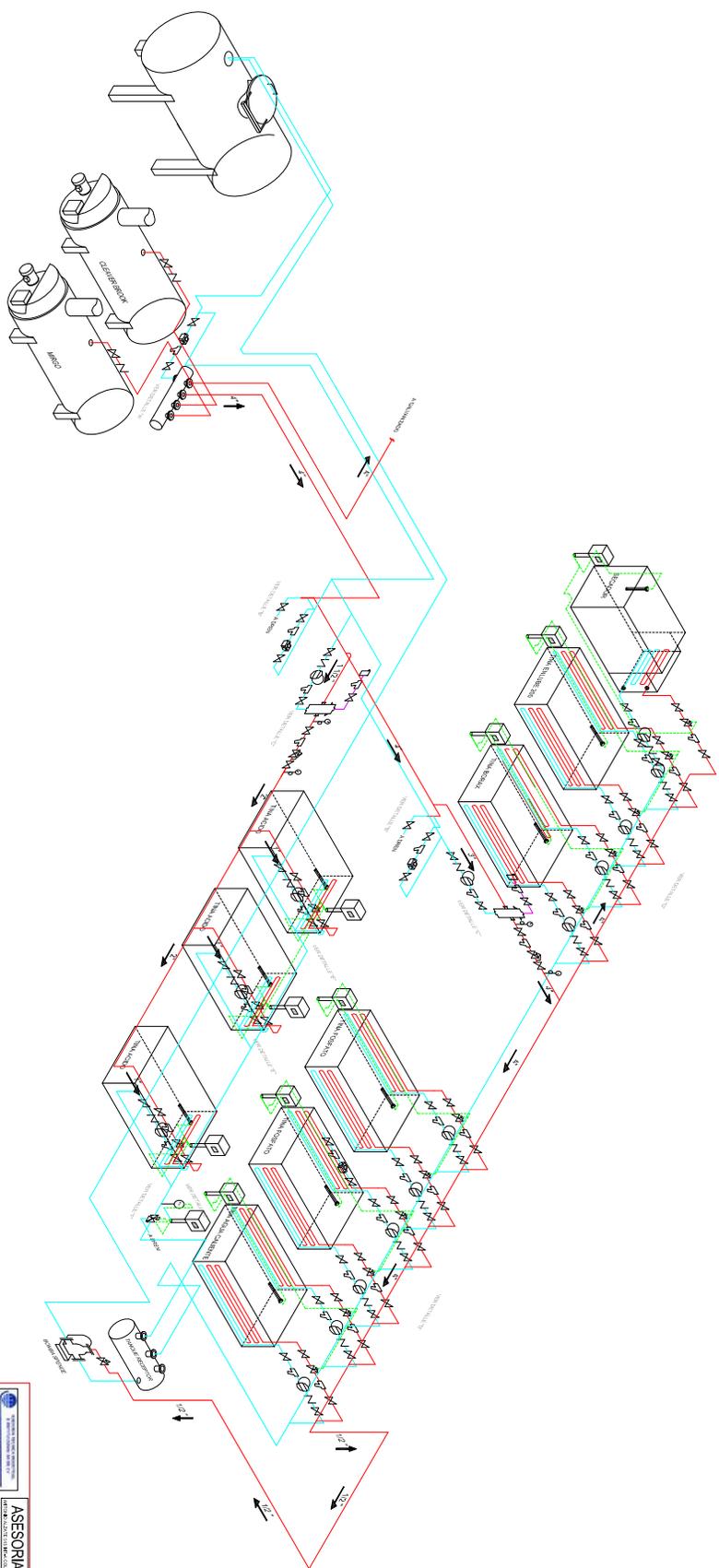
Anexo 9: ATIISA-DEACMR-09.

Anexo 10: ATIISA-DEACMR-07.

- SIMBOLOGIA**
- VALVULA REDUCTORA DE PRESION
 - VALVULA DE CONTROL
 - TRAMPA DE FUNDADOR
 - FILTRO "Y"
 - TRAMPA TERMODINAMICA
 - VALVULA CHECK
 - VALVULA DE SERRA

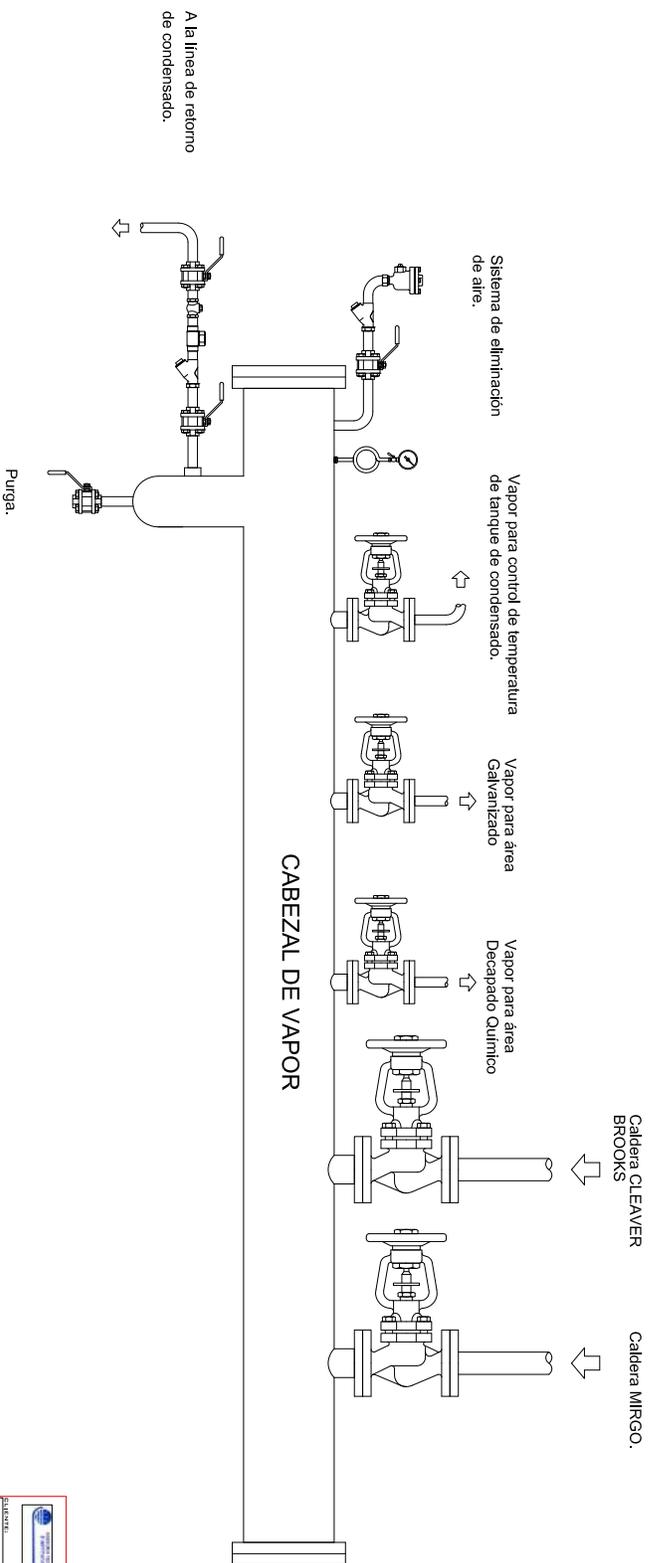


| | |
|---|---|
| | |
| ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. <small>ASISTENTE TECNICO EN SISTEMAS DE CONTROL DE PROCESOS</small> | CLIENTE DEACERO PLANTA MORELIA |
| PROYECTO SISTEMA DE TRAMPAS Y SENSORES DE CONDENSADOS DE VAPOR | FECHA 15/05/2018 |
| DESCRIPCION DIAGRAMA DE FLUJO DEL CIRCUITO DE VAPOR DE SUMINISTRO Y RECUPERACION DE CONDENSADOS | PROYECTISTA JUAN CARLOS GARCIA |
| REVISOR JUAN CARLOS GARCIA | APROBACION JUAN CARLOS GARCIA |
| VERIFICACION JUAN CARLOS GARCIA | FECHA DE VERIFICACION 15/05/2018 |



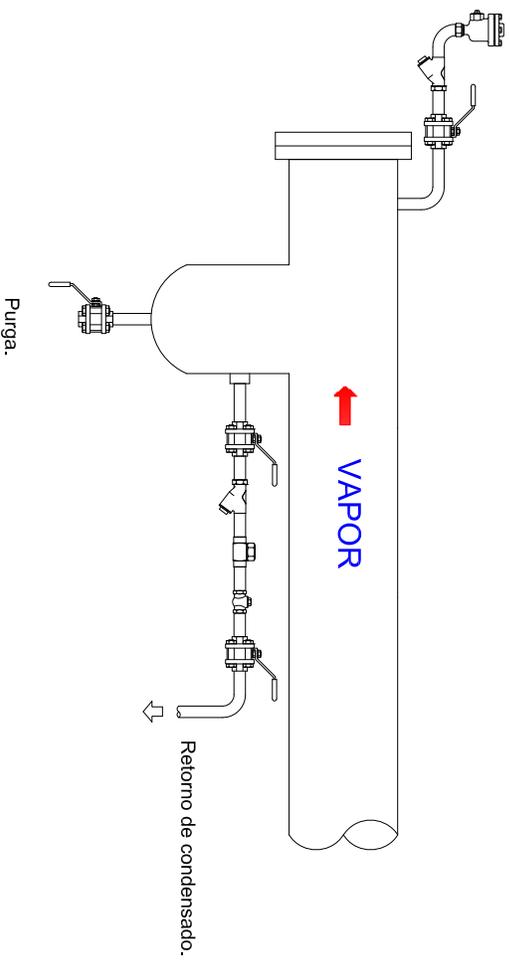
| | | | |
|--|--|---|--|
| | | ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. <small>ASOCIACIÓN DE EMPRESAS TRANSNACIONALES</small> | |
| CLIENTES DEACERO PLANTA MORELIA | | PROYECTO ASOCIACIÓN DE EMPRESAS TRANSNACIONALES | |
| OBJETIVO DIAGRAMA DE MEJORA CUARTO DE MAQUINAS Y AREA DE CAMPIO QUIMICO | | FECHA DE ENTREGA 15/05/2018 | |
| REVISOR INGENIERO | | ELABORADO INGENIERO | |

DETALLE "A" CABEZAL DE DISTRIBUCIÓN DE VAPOR



| | | | |
|---|--|--|--|
|  | | ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. <small>SE INSCRIBIÓ EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES EN EL AÑO 2006</small> | |
| CALDERAS DEACERO PLANTA MORELIA | | PROYECTO DE LA INSTALACIÓN DE EQUIPAMIENTO CONDENSADOR DE VAPOR <small>SE INSCRIBIÓ EN EL REGISTRO NACIONAL DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES EN EL AÑO 2006</small> | |
| AUTORES VICENTE ALVARADO | | DETALLE "A" | |
| FECHA 2019 | | EMPRESA DESTINATARIO ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. | |
| VÁLIDA HASTA 2020 | | FECHA DE EMISIÓN 2019 | |
| VÁLIDA HASTA 2020 | | FECHA DE EMISIÓN 2019 | |

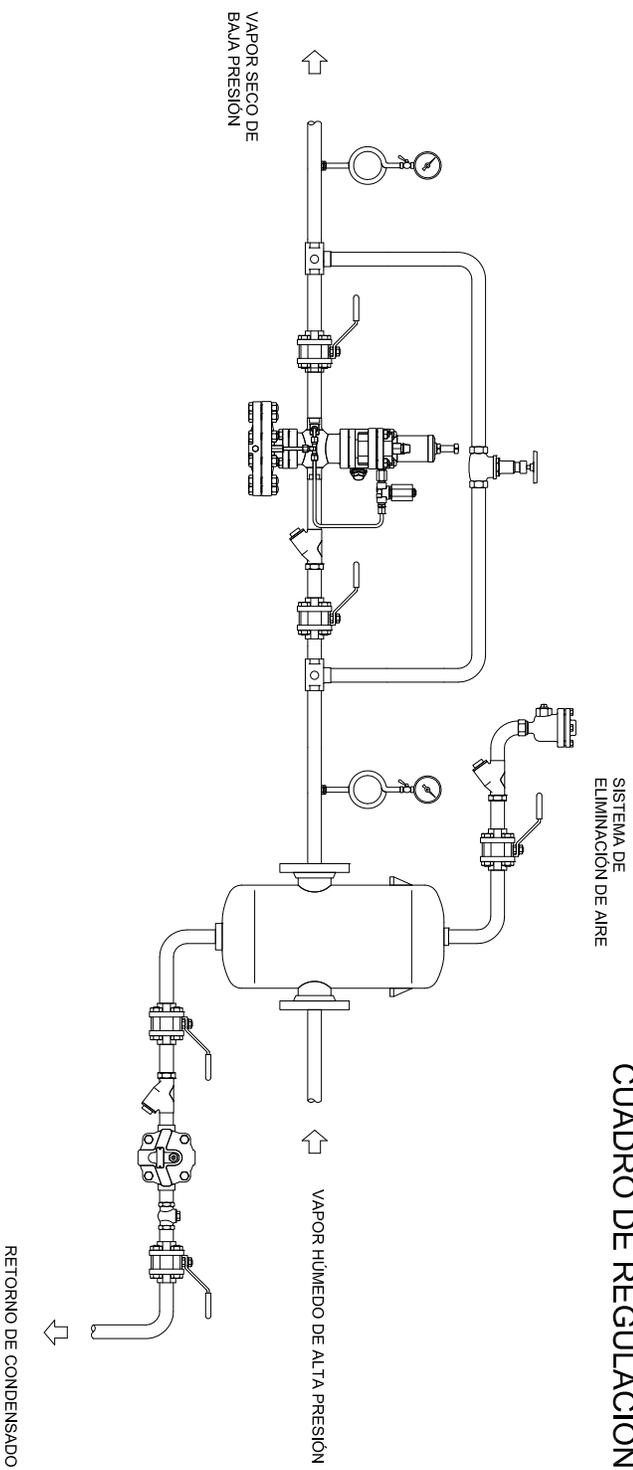
Sistema de eliminación
de aire.



DETALLE "B" PIERNA COLECTORA DE CONDENSADO

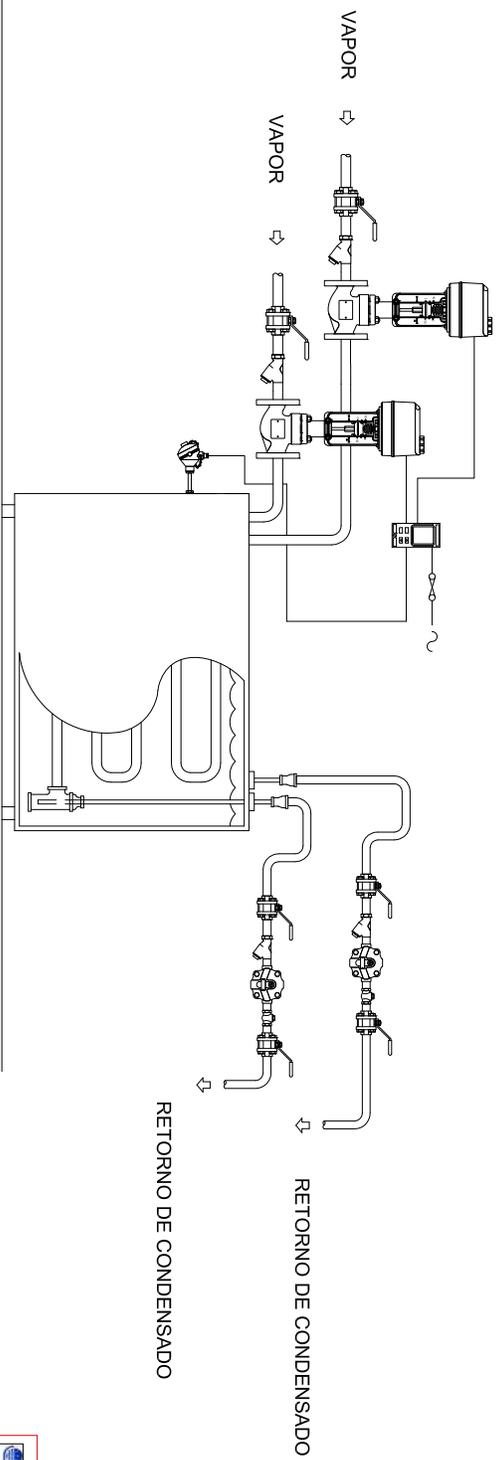
| | | | |
|---|--|---|--|
|  | | ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. SOLUCIONES TÉCNICAS PARA LA INDUSTRIA DE PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS | |
| CLIENTE: | | PROYECTO: | |
| DEACERO PLANTA MORELIA | | DETALLE "B" | |
| AUTOR: | | DISEÑADOR: | |
| VIAJE A LA OBRA: | | REVISOR: | |
| FECHA: | | Escala: | |
| VIAJE A LA OBRA: | | Escala: | |
| FECHA: | | Escala: | |

DETALLE "C" CUADRO DE REGULACIÓN DE PRESIÓN COMPLETO



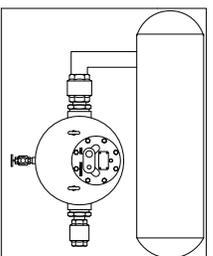
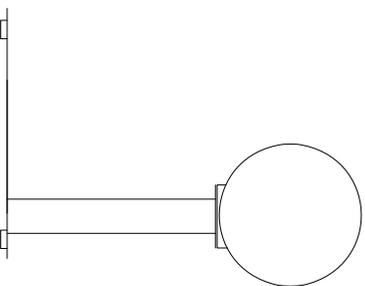
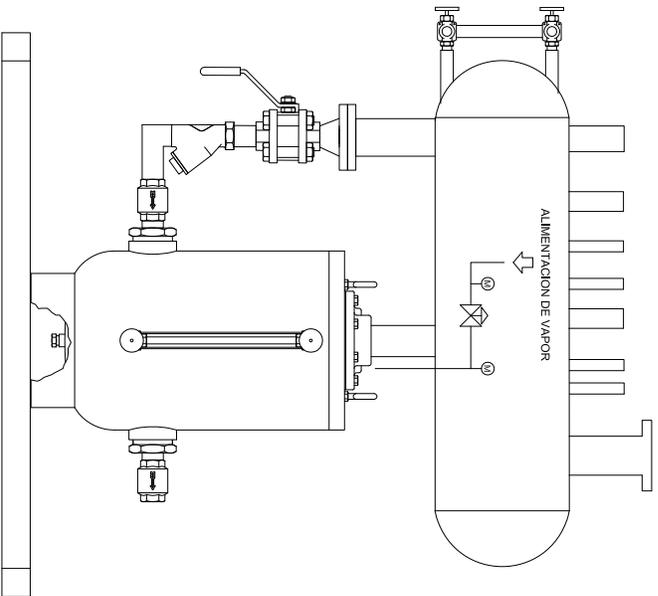
| | | | |
|---|--|---|--|
|  | | ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. <small>SE INSCRIBIÓ EN EL REGISTRO DE EMPRESAS DE SERVICIOS PROFESIONALES EN EL SECTOR DE INGENIERÍA EN EL AÑO 2007</small> | |
| CLIENTE: DEACERO PLANTA MORELIA | | PROYECTO: SERVICIO DE ASISTENCIA TÉCNICA Y CONSULTORÍA EN EL SECTOR DE INGENIERÍA EN EL AÑO 2007 | |
| FECHA: MARZO 2008 | | TEMPERATURA: DETALLE "C" | |
| DISEÑO: JUAN CARLOS GARCÍA | | REVISIÓN: JUAN CARLOS GARCÍA | |
| VALIDA EN: MORELIA, MICHOACÁN | | ESCALA: 1:1 | |

DETALLE "D"
CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA
PARA TINAS DE AGUA CALIENTE (BORAX-I Y II, FOSFATO-I Y II).



| | | | |
|---|--|---|--|
|  | | ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. <small>INSTRUMENTACIÓN Y CONTROL AUTOMÁTICO</small> | |
| CLIENTE: DEACERO PLANTA MORELIA | | PROYECTO: CONTROL AUTOMÁTICO DE TEMPERATURA DE AGUA CALIENTE | |
| FECHA: 15/05/2018 | | FECHA DE EJECUCIÓN: 15/05/2018 | |
| VIAJE A LA OBRA: 15/05/2018 | | FECHA DE ENTREGA: 15/05/2018 | |
| DETALLE "D" | | HOJA: 1 | |

DETALLE "S" BOMBA COLECTORA DE CONDENSADO.



| | | | |
|---|--|---|--|
|  | | ASESORIA TEC. IND. E INST. S.A. DE C.V. <small>ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE MÉXICO A.C. (A.I.M.)</small> <small>ASOCIACIÓN DE INGENIEROS DE VAPOR Y REFRIGERACIÓN DE CONDENSADO DEL COMITÉ DE INGENIEROS DE MÉXICO A.C. (A.I.C.M.)</small> <small>MAQUINERÍA Y PROCESOS.</small> | |
| CLIENTE: DEACERO PLANTA MORELIA | | REFERENCIA: DETALLE "S" BOMBA COLECTORA DE CONDENSADO. | |
| FECHA: 15/05/2018 | | PROYECTISTA: [Signature] | |
| VISTA: VISTA ALTERNVA | | ESCALA: 1:1 | |

BIBLIOGRAFIA.

“Manual de consultas, calderas y periféricos vapor y agua caliente”, Clayton Industries, 2002.

“Water conditioning for industries”, Powell T. Sheppard, McGraw Hill, primera edición.

“Nicholson steam traps and specialties, designer’s guide”, Nicholson International.

“Spence steam and fluid control, designer’s guide”, Spence Engineering Company Inc.

“Manual para técnicos en mecánica industrial”, Webb J. Maurice, McGraw Hill, 1988.

“Equipos industriales, guía práctica para reparación y mantenimiento”, Elonka Steve, McGraw Hill, tomo 1, 1987.

“Manual del ingeniero químico”, Perry H. Robert, McGraw Hill, 6ta edición, volúmenes I-IV.