

CAPÍTULO 7

CONCLUSIONES

Una vez concluida la descripción del proceso, así como el diseño del prototipo y la posible selección de las partes para la construcción de la nueva máquina, se realizará un análisis del cumplimiento de los requerimientos establecidos. En este capítulo se analizará detalladamente el diseño y las posibles mejoras al proceso. Se enlistarán los requisitos citados por la empresa Ozono Polaris, así como los objetivos específicos planteados al principio de este documento y se estudiarán con el fin de determinar si el proyecto cumplió con el objetivo general.

7.1 Análisis de los Requerimientos y su Cumplimiento.

La lista de los requerimientos por parte de la empresa fue presentada en el Capítulo 3, y a continuación se realizará una evolución del cumplimiento de dichos requisitos.

7.1.1 Ozono Residual a la Salida Mayor o Igual a 1 mg/l.

Durante todas las pruebas realizadas con el diseño final elegido, únicamente se pudo obtener un residual a la salida de 0.8 mg/l. Sin embargo, a pesar de no ser igual al requerimiento especificado (1 mg/l), está comprobado a través de pruebas, que la sanitización se lleva a cabo con la cantidad de 0.6 mg/l.

Aunque sería ideal tener el residual a la salida igual a 1 mg/l, no se logró puesto que para ello deberá utilizarse un generador de ozono más potente, por lo mismo de mayor tamaño y más costoso, como el generador CFS1, mencionado en el capítulo cuarto y analizado tanto sus ventajas como desventajas. De haber utilizado este modelo de generador, no se tendría un diseño ergonómico y el costo del producto sería muy elevado.

Para poder obtener un residual a la salida igual a 1 mg/l, existen diferentes opciones, las cuales se proponen a continuación.

7.1.1.1 Disminución del pH del Agua.

Cuando se disminuye el valor del pH del agua en unidad, es decir, disminuye de siete a seis, la eficiencia de la mezcla de ozono con el agua es mayor. Al disminuir de cierta forma el pH del agua utilizada en el proceso ayudará a que la mezcla sea más eficiente y se generará un residual más elevado. Sin embargo, al realizar esta modificación, habrá que considerar varios aspectos, puesto que al trabajar con agua acidulada significará involucrarse con la química del compuesto y con la manipulación de subproductos. Se deberá de añadir un dosificador de ácido y eso significará añadir subproductos al proyecto, situación que la empresa no busca. También será necesario diseñar un tanque en el cual se pueda manipular el agua para poder después transportarla al dispositivo para realizar la mezcla, y contemplar materiales no sólo resistentes a la acción oxidante del ozono, sino también a la acción

corrosiva del agua acidulada. Esto podría ser más costoso y menos eficiente, pero será también una alternativa.

7.1.1.2 Disminuir la Temperatura del Agua.

De la misma manera que en el caso del pH, al disminuir la temperatura del agua, su capacidad de mezclarse con el ozono se incrementa. El implementar esta opción implica agregar un equipo de enfriamiento para el agua, lo cual significa agregar otro dispositivo mecánico al equipo y esto aumentaría el costo del mismo. Además se debe de tener un control estricto sobre la temperatura, es decir, no se puede garantizar un valor determinado de residual a la salida, si no se tiene la certeza de un valor constante de temperatura del agua a la entrada del equipo.

7.1.1.3 Enriquecedor de Oxígeno.

El modelo Niágara 4E elegido en el diseño y construcción del prototipo, puede ir acompañado de un enriquecedor de oxígeno, el cual envía oxígeno al ozonador, ayudando a que éste genere una mayor cantidad de ozono. Sin embargo, debido a que es un compresor de aproximadamente 420 mm x 250 mm x 550 mm, se considera que el diseño final será poco práctico y nada ergonómico, contrario de como se desea. De cualquier forma, esta opción es conveniente si se desea obtener un mayor residual, ya que en cuestión de costos, ésta opción sería la más económica de todas después del diseño elegido.

7.1.2 Presión de Salida del Agua Mayor a 10.3 MPa (1500 psi).

La presión de salida del agua, de acuerdo a las pruebas de eficiencia mencionadas anteriormente, es de aproximadamente 1.51 MPa (220 psi), este valor es menor con respecto al establecido como requisito por la empresa. Sin embargo, tomando como base los resultados obtenidos en las pruebas de eficiencia, se logró limpiar superficies de manera exitosa, e incluso se logró despegar residuos orgánicos de diversa naturaleza adheridos a la misma. Lo anterior es uno de los principales objetivos, ya que el equipo fue diseñado para cumplir con los requerimientos de la industria alimenticia, debido a que ésta requiere de un proceso de limpieza y de sanitización en el menor tiempo posible de la manera más efectiva, y esto se puede lograr empleando el equipo diseñado en este proyecto.

7.1.3 Aspecto Lechoso del Agua a la Salida.

La lechosidad del agua es proporcional al residual. Debido a la concentración de ozono en el agua, se obtuvo el aspecto lechoso que se buscaba para garantizarle al cliente esta característica, ya que técnicamente no es tan indispensable, sino más bien por cuestión de mercadotecnia es conveniente. Puesto que al tener el aspecto lechoso indica que el agua se sobresaturó de gas y, posteriormente, al disminuir la presión se forman burbujas, las cuales dan el aspecto lechoso y denotan la presencia de ozono en el agua.

Para apreciar la lechosidad de la mezcla, se colocó una válvula de alivio al final del tanque transparente para que el cliente pueda corroborar la concentración de ozono en la mezcla. También podrá ser utilizada como método de revisión, verificando que el residual y la mezcla obtenidos diariamente sean los adecuados para realizar la sanitización de las superficies.

7.1.4 Diseño Visualmente Atractivo y Funcional.

El diseño y la construcción del prototipo que se logró son eficientes y cumplen con las características técnicas. Sin embargo, se considera que el diseño visualmente puede ser más atractivo. El hecho de colocar el tanque después de la válvula o pistola, fue lo más conveniente por cuestión de tiempo, pues de esta forma no se tuvo que involucrar con cambios de piezas y material resistente al ozono en los diferentes componentes del sistema, evitando así elevar el costo del producto. Sin embargo, existen algunas consideraciones que se cree deberán ser tomadas en cuenta.

7.1.4.1 Reubicación del Tanque.

Para lograr un diseño más ergonómico y práctico, lo recomendable será bajar la adaptación del tanque y venturi al final de la bomba, permitiendo así que el manejo de la pistola sea más sencillo como se puede apreciar en la figuras 7.1 y 7.2.

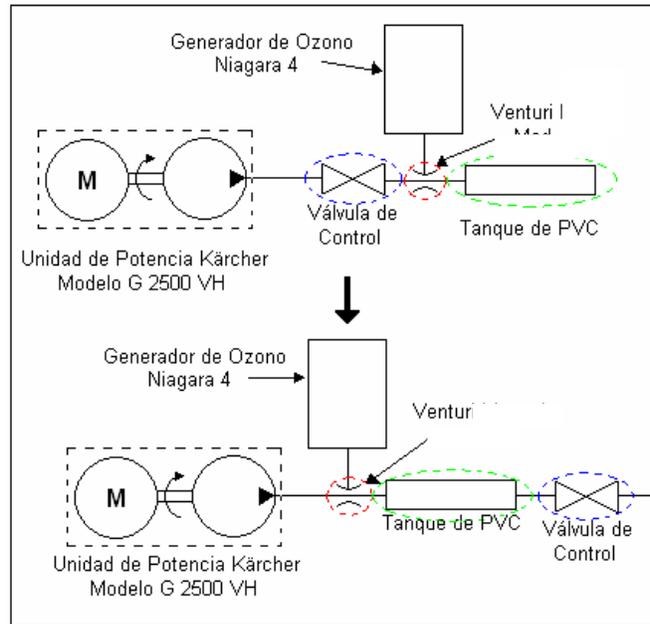


Figura 7.1 Cambios en el Sistema.



Figura 7.2 Reubicación del Tanque.

Esta modificación se consideró desde el principio del proyecto, pero debido a que la mayor parte del proyecto se enfocó en lograr la mezcla y obtener el residual requerido, el tiempo fue el principal limitante para realizar más pruebas en cuanto a esta adaptación se refiere. Sin embargo, se realizaron algunas pruebas con el tanque en esta posición y a partir de ello se sugieren las siguientes recomendaciones:

- a. A la salida de la bomba, deberá colocarse un pedazo de manguera. Su longitud será determinada por la distancia entre ésta y la conexión del venturi con el tanque, de tal forma que esta adaptación esté ubicada a un lado del ozonador para optimizar el espacio como se muestra en la figura 7.3

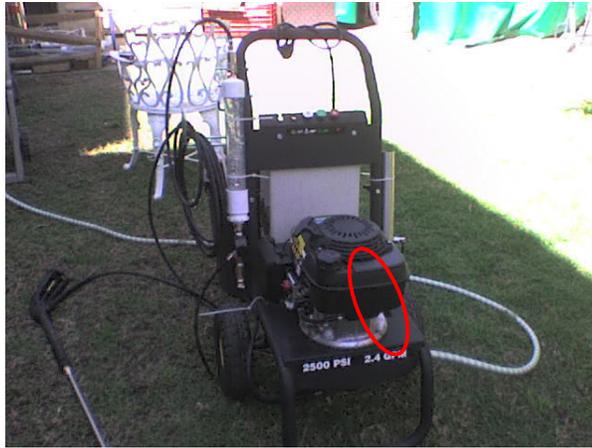


Figura 7.3 Distancia entre la Salida de la Bomba y el Venturi.

- b. Posteriormente se deberá colocar una válvula solenoide que generará una señal eléctrica de encendido/apagado al momento en el que se accione o se libere el gatillo respectivamente, esta señal será recibida por la válvula, la cual permitirá o detendrá el flujo del agua hacia el venturi. Esto con el fin de garantizar una presión constante que permita que el flujo tenga la misma presión siempre necesaria para succionar el ozono.
- c. Después de la válvula solenoide se colocará el venturi e inmediatamente una válvula de alivio por cuestiones de seguridad.
- d. Posteriormente se integrará el tanque con las mismas características del tanque elegido en el diseño del prototipo.
- e. Después del tanque será necesario realizar la adaptación a la manguera nuevamente.

- f. Inmediatamente de la manguera con una longitud recomendable de 4.0 m, se coloca la pistola junto con la lanceta y la esprea para la liberación del fluido.

7.1.5 Costo Mínimo.

Durante todo el proceso de selección de componentes del prototipo, éste factor fue muy importante, ya que las piezas seleccionadas no sólo debían cubrir los requerimientos técnicos, sino también debían ser las más económicas. En algunas ocasiones, esto no fue posible ya que por ejemplo, en el caso de la selección del venturi, el material elegido elevó el costo de este producto, sin embargo el material del cual está constituido (acero inoxidable) es el indicado, ya que es resistente al ozono y soporta altas presiones, además de que es manufacturado por una empresa líder en cuanto a manufactura de venturis respecta.

Sin embargo, considerando el límite de presupuesto que se tenía, el costo de esta investigación fue considerablemente económico. En el capítulo cinco se puede apreciar el costo total del proyecto, así como una lista de precios de los componentes para realizar el modelo final.

7.1.6 Estandarización de Piezas y Disponibilidad de Componentes a Nivel Local.

En el caso de la estandarización de las piezas, se obtuvo un resultado favorable, ya que aunque sí hubo la necesidad de diseñar, éste diseño se

realizó con piezas estándares en todos sus componentes y no se requirió de la manufactura de ningún componente. Al cumplir con este requerimiento, se logró que la disponibilidad de las piezas del prototipo fuera de un nivel local. Para la producción del nuevo equipo, la mayoría de los componentes son importados, ya que desafortunadamente pocos componentes se fabrican en territorio nacional, sin embargo, los componentes que se recomiendan tienen distribuidores dentro del país.

Cabe mencionar que durante el desarrollo de este proyecto, se encontraron otras aplicaciones al mecanismo diseñado, ya que dentro de la industria en general se tiene la necesidad de limpiar y desinfectar diferentes tipos de tuberías y superficies en general diariamente.

7.2 Análisis de los Objetivos Específicos Planteados en la Propuesta.

A partir de los resultados obtenidos en el proceso de diseño, adaptación y construcción del prototipo de este proyecto, se presenta a continuación una evaluación de los objetivos específicos planteados al inicio de la propuesta de tesis.

7.2.1 Comprensión Profunda de los Procesos de Transferencia del Ozono al Agua, de Residual y Parámetros de Desinfección y Sanitización.

En el Capítulo 2 de antecedentes se logró recopilar información acerca del comportamiento de los procesos involucrados en la transferencia del ozono al

agua. A través de la teoría y el estudio de los procesos de transferencia de ozono se lograron los objetivos planteados. Dicha teoría fue de vital importancia para el entendimiento de nuestro método de diseño: prueba-error. Ya que el hecho de estudiar los parámetros involucrados en éste proceso, permitió realizar las modificaciones pertinentes en ambos equipos y lograr el objetivo principal.

7.2.2 Comprensión Profunda de los Parámetros del Funcionamiento de la Hidrolavadora y sus Componentes.

Se analizaron profundamente los parámetros de funcionamiento de la hidrolavadora y de sus componentes para entender su comportamiento y generar propuestas de diseño para realizar la adaptación. También se realizaron pruebas para corroborar los datos por parte de la empresa Kärcher®, referentes al modelo utilizado. Se llevaron a cabo mediciones de caudal, presión y tiempo máximo de trabajo. Los resultados se muestran en el cuarto capítulo y se confirmó que los datos determinados por la empresa no fueron los valores reales del funcionamiento de éste equipo.

7.2.3 Medición de las Dimensiones y el Espacio Disponible en la Hidrolavadora para la Adaptación del Concepto de Hiperzonización.

Para llevar a cabo la adaptación y lograr construir este nuevo equipo, se realizaron diferentes pruebas para garantizar primeramente que se cumpliera

con el proceso químico de la transferencia del ozono. Sin embargo, un aspecto muy importante, que siempre se tuvo en cuenta fue lograr realizar el diseño y construcción del prototipo con el menor volumen posible y la mayor ergonomía.

Debido a que el residual que se obtuvo con el generador de ozono mas pequeño es aceptable para lograr la sanitización, se pudo integrar este equipo al equipo de bombeo. Sin embargo, se realizó la medición de los componentes de la unidad de potencia, y se evaluaron las posibilidades de ubicación de los otros componentes que completarían el proceso. Dichas medidas se pueden apreciar en el apéndice A.

7.2.4 Selección de Piezas Estándares para la Adaptación de los Equipos.

En la construcción del prototipo del diseño propuesto se utilizaron únicamente piezas estándar y accesibles en el mercado regional. El único componente que habrá que ensamblar es el tanque de reacción diseñado con material y componentes estándar, es decir, no se tendrá que maquinar ningún componente del mismo. Únicamente será necesario llevar a cabo el ensamble como se indica en el capítulo 5 de este documento.

Mediante la estandarización del material utilizado en la construcción del prototipo de este proyecto se consiguió garantizar que los elementos necesarios estén accesibles en el mercado local y se logró facilitar la construcción de la máquina.

7.2.5 Metodología y Realización de Pruebas para Obtener el Residual de Ozono Requerido.

Durante el desarrollo de este proyecto, el objetivo primordial fue lograr adaptar los diferentes componentes para lograr obtener el residual de ozono requerido para poder sanitizar las superficies de la industria alimenticia. A lo largo del capítulo cuatro realizamos diferentes pruebas de transferencia de ozono para garantizar que se obtuviera el residual de 1mg/l. La metodología empleada fue a base de prueba y error, utilizando dos modelos de generadores de ozono, el Niágara 4E y el CSF1.

A partir del comportamiento de la transferencia con cada uno de los generadores y respetando las especificaciones de diseño propuestas anteriormente se decidió la construcción del diseño final, el cual generó un residual de 0.8mg/l. Posteriormente se realizaron pruebas para garantizar que con esta cantidad de residual se lograra sanitizar y limpiar las superficies, el principal objetivo de este proyecto.

7.2.6 Revisión y Retroalimentación sobre el Diseño del Prototipo.

La retroalimentación del diseño del prototipo se fue dando de manera constante gracias al método empleado de prueba y error, en el cual se plantearon las posibilidades del diseño y se fueron realizando las modificaciones pertinentes de acuerdo a los resultados obtenidos. En el capítulo cuarto, el cual narra el

proceso del diseño detallado de este proyecto, se puede apreciar el orden de los hechos que llevaron a elegir el diseño propuesto.

Sin embargo, en este último capítulo se incluyen algunas recomendaciones al diseño para poder mejorar el proceso de la transferencia y alcanzar un residual mayor a 0.8mg/l.

7.2.7 Construcción del Prototipo Hidrolavadora-Hiperozonador.

A lo largo del capítulo 5 se describe el proceso de la construcción del prototipo hidrolavadora- hiperozonador. Cabe mencionar que para llevar a cabo la producción en masa de este equipo, será necesario llevar a cabo acuerdos comerciales entre las empresas cuyos productos se ven involucrados en este proyecto. Ya que en este documento se describe únicamente el proceso de la adaptación y construcción del prototipo.