

Diseño, dimensionamiento y simulación de un sistema automático de CIP para el Área de envasado de Jugos HIT en la planta de Gaseosas Lux Postobón Bogotá.

Rico Mora Diego Mauricio
diegomauricio@gmail.com
Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Resumen— El CIP es un método de limpieza de las superficies internas de tuberías, tanques, equipo de proceso, filtros y accesorios asociados; en la Empresa Postobón S.A se hace necesario diseñar un sistema automático de CIP que permita dimensionar y seleccionar adecuadamente y bajo las condiciones de cada proceso, todos y cada uno de los elementos que componen estos sistemas (Software, instrumentos, sensores, bombas, controladores, tuberías, tanques etc.),

Índice de Términos—CIP, Limpieza, Automático, Instrumentación, control, SCADA.

I. INTRODUCCIÓN

La limpieza y saneamiento de grandes equipos de procesamiento requiere el uso de sistemas y procesos que lleven las soluciones limpiadoras y sanitizantes a dichos equipos. Este concepto se conoce como CIP (clean in place), El CIP es un método de limpieza de las superficies internas de tuberías, tanques, equipo de proceso, filtros y accesorios asociados. Los sistemas CIP usan tubería fija (líneas), aspersores, válvulas, tanques, sensores y controladores, para generar un “circuito cerrado” de limpieza y saneamiento.

Los sistemas CIP ofrecen ventajas significativas sobre otros métodos de limpieza, incluyendo mano de obra reducida, así como ahorro de energía y agua al tiempo que proporcionan mejores resultados debido a la posibilidad de usar temperaturas más altas y mayores concentraciones que los sistemas abiertos. La característica de programación “automática” de la mayoría de los sistemas CIP

ofrece cierto grado de reproducibilidad operativa (rendimiento) que no ofrecen otros métodos de limpieza y saneamiento.

Aunque actualmente en la planta de Gaseosas Lux Postobón Bogotá se cuenta con sistemas automatizados de limpieza e higienización, el área de jugos carece de dimensionamientos y adecuaciones basados en las condiciones propias del proceso; por esta razón se hace necesario diseñar y simular un sistema automático de CIP que permita dimensionar y seleccionar adecuadamente y bajo las condiciones de cada proceso, todos y cada uno de los elementos que componen estos sistemas (instrumentos, sensores, bombas, controladores, tuberías, tanques etc.), así como integrar las diferentes tecnologías existentes para obtener un sistema con software completo y versátil que permita realizar los ciclos de limpieza flexibles al operario con alternativas de programación y que puedan adaptarse a los requerimientos de lavado y limpieza de cada sabor, formato o receta.

Este trabajo permitirá adquirir los conocimientos e identificar las necesidades propias de cada área con el fin de dar solución a diferentes problemas internos, así como darle bases fuertes al área de automatización e instrumentación de la planta para poder ejecutar y llevar a feliz término estos desarrollos o si así se prefiere seleccionar el proveedor o integrador que se adapte a los requerimientos establecidos en este documento.

II. MARCO TEÓRICO

A. CIP

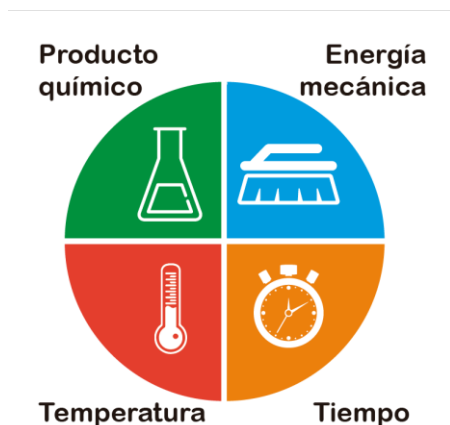
La limpieza y saneamiento de grandes equipos de procesamiento requiere el uso de sistemas y procesos que lleven las soluciones limpiadoras y

sanitizantes a dichos equipos. Este concepto se conoce como CIP (clean in place) [1].

El CIP es un método de limpieza de las superficies internas de tuberías, tanques, equipo de proceso, filtros y accesorios asociados, estos sistemas usan tubería fija (líneas), aspersores, válvulas, tanques, sensores y controles, para generar un circuito cerrado de limpieza y saneamiento; ofreciendo ventajas significativas sobre otros métodos de limpieza, incluyendo mano de obra reducida, así como ahorro de energía y agua al tiempo que proporcionan mejores resultados debido a la posibilidad de usar temperaturas más altas y mayores concentraciones que los sistemas abiertos[1].

Un sistema CIP tiene cinco componentes básicos que incluyen un Circuito CIP, Tanque de Suministro CIP, Bomba CIP, Válvula de Drenaje, y Bomba de Retorno CIP. Un circuito CIP completo (también conocido como ‘camino de limpieza’) tiene agua circulando a través de la tubería instalada desde el tanque de suministro, por la bomba de suministro, hasta el tanque o línea que se está limpiando y luego de regreso ya sea al drenaje o al tanque de suministro para recirculación del producto o enjuague [2].

Este conjunto de elementos que se utilizan para limpiar y desinfectar las superficies internas de los equipos de procesamiento de bebidas sin necesidad de desmontar o intervenir de forma manual. Para completar una limpieza eficiente deben estar presentes los cuatro elementos incluidos en el círculo de Sinner [2]:



Elementos del sistema CIP

- Tanques
- Tuberías
- Bombas
- Válvulas
- Convertidor de frecuencia
- Intercambiador de calor
- Dosificadores de químicos
- Elementos de control
- Sistemas de control Automático (PLC)
- Interfaz de usuario y sistema de gestión de datos.

B. Bomba Centrífuga

Un sistema de bomba centrífuga es un equipo electromecánico que está diseñado principalmente para fines industriales para impartir la energía cinética a un fluido, desde la succión hasta el lado de descarga. Para aumentar la energía cinética de un líquido, la bomba centrífuga transfiere la energía de rotación de un impulsor a la energía de presión del líquido [3].

C. Válvula de control

la válvula de control juega un papel muy importante en el bucle de regulación. Realiza la función de variar el caudal de fluido de control que modifica, a su vez, el valor de la variable medida, comportándose como un orificio de área continuamente variable. Dentro del bucle de control tiene tanta importancia como el elemento primario, el transmisor y el controlador [4].

D. Transmisor de temperatura

Un transmisor de temperatura capta la variable de proceso a través de un sensor de temperatura y la transmite a distancia en forma de señal eléctrica de corriente a 4-20mA [4].

E. Transmisor de flujo

Un transmisor de flujo capta la variable de proceso a través de un sensor electromagnético y la transmite a distancia en forma de señal eléctrica de corriente a 4-20mA [4].

F. Transmisor de conductividad

Un transmisor de conductividad capta la variable de proceso a través de un inductivo que la transforma en un valor de conductividad y la transmite a distancia en forma de señal eléctrica de corriente a 4-20mA [4].

G. PLC

Un controlador lógico programable, más conocido por sus siglas en inglés PLC (Programmable Logic Controller) o por autómatas programables, es una computadora utilizada en la ingeniería automática o automatización industrial, para automatizar procesos [5].

H. HMI

La Interfaz Hombre Máquina (HMI) es la interfaz entre el proceso y los operadores, básicamente un panel del operador. Es la herramienta principal con la cual los operadores y los supervisores de la línea coordinan y controlan los procesos industriales y de fabricación en la planta. Las HMI sirven para traducir las variables del proceso complejas en información útil y aprovechable [6].

I. Detergentes

Ácidos - Productos con un alto poder para la eliminación de incrustaciones y depósitos minerales en el interior de los circuitos.

Alcalinos -Productos basados en hidróxido sódico e hidróxido potásico para la eliminación de restos de grasas, proteínas y otros tipos de residuos orgánicos de las superficies [7].

III. DISEÑO DEL SISTEMA DE LIMPIEZA

Para el diseño del sistema de limpieza se deben seleccionar el número y tipos de tanques, así como la tubería, instrumentos y controladores que compondrán el sistema.

El equipo de limpieza en sitio (Cleaning In Place, CIP) es completamente automático y se diseña para controlar los parámetros claves de limpieza con gran precisión.

Los parámetros incluyen control de temperatura, control de flujo y control de dosificación de soluciones para garantizar la concentración de

detergentes y agua, es necesario también controlar el tiempo que necesita el detergente para entrar en contacto con la superficie y equipo a limpiar.

IV. DIMENSIONAMIENTO Y SELECCIÓN DE INSTRUMENTOS Y EQUIPOS DE MEDIDA.

-Panel de control:

El panel de control cuenta con una pantalla táctil con interfaz de usuario y contiene todo el equipamiento necesario para: indicar el estado del proceso, supervisar la marcha del proceso, controlar las funciones automáticas y secuencias del proceso,

-Controlador Lógico programable (PLC):

El controlador seleccionado cuenta con los periféricos necesarios tanto en entradas, salidas y comunicación para ejecutar los bucles de control respectivos

-convertidor de Frecuencia:

El convertidor de frecuencia se usa para controlar la velocidad del motor de la bomba de presión.

-Bomba dosificadora

La bomba dosificadora se usa para bombear detergente y desinfectante concentrados.

-Bomba de presión

La bomba de presión se usa para bombear agua y detergente. controlada por un convertidor de frecuencia para permitir un control de caudal variable. El caudal se controla de acuerdo con: – el circuito a limpiar, llenado y circulación de agua, preparación de sosa cáustica y ácido, dosificación en línea de sosa cáustica, ácido y desinfectante para obtener la proporción correcta entre concentrado y agua.

-Intercambiador de calor

El intercambiador de calor a tubos se usa para calentar agua y solución de limpieza con uso de vapor.

-Sensor y transmisor de conductividad

Los sensores y transmisores de conductividad se usan para medir la conductividad de los líquidos de

limpieza con el fin de: recoger y clasificar las soluciones de limpieza, controlar y ajustar la concentración durante la preparación de detergente, detectar fugas en las válvulas de sosa cáustica/ácido en la línea de presión de limpieza.

-Sensor y transmisor de Flujo

El sensor de Flujo se usa para medir la velocidad y el caudal de soluciones y fluidos preparados.

- Sensor y transmisor de Nivel

Estos sensores se utilizan para el control de nivel en los tanques de preparación de Ácido y Base.

-interruptores de nivel

Estos instrumentos se usan para evitar el desbordamiento de los tanque y vacíos en bombas centrifugas

-Válvula proporcional

Las válvulas proporcionales se usan para controlar el caudal de vapor, así como para variar el caudal De circuito de limpieza.

- 6) Suministro de sosa cáustica concentrada, dosificación del lado de retorno
- 7) Depósito de circulación
- 8) Suministro de agua
- 9) Línea de presión de limpieza
- 10) Línea de retorno de limpieza
- 11) Bomba centrífuga
- 12) Intercambiador de calor.

-Preparación de detergentes

Para alcanzar un resultado óptimo en la limpieza es importante tener la concentración y temperatura correctas en el detergente que se va a usar.

Para la preparación de detergentes el sistema sigue la siguiente secuencia:

Nota: Si el nivel del tanque de detergente está por encima de LSH (nivel alto) cuando la preparación se inicia, entonces la secuencia comienza en el paso c.

a) El tanque de detergente se llena con agua limpia y detergente concentrado hasta alcanzar el interruptor de nivel alto LSH.

- Se activa la bomba dosificadora para detergente concentrado con un caudal proporcional a la concentración requerida para la preparación.

- Se activa el lazo de control para temperatura y la válvula proporcional de vapor para comenzar a calentar el detergente.

b) El nivel del tanque de detergente alcanza LSH.

- La bomba para detergente concentrado se detiene.

c) Comienza la circulación a través del tanque de detergente y continúa durante el tiempo preajustado.

d) Comienza la comprobación de la concentración midiendo directamente la conductividad del detergente.

- Si la concentración se encuentra por debajo del punto de consigna, la secuencia continúa en el paso e.

- Si la concentración es correcta, la secuencia continúa en el paso g.

e) La bomba dosificadora para el detergente concentrado se activa durante un tiempo calculado mediante el programa, este paso se ejecuta hasta

V. DIAGRAMA DEL PROCESO Y DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO.

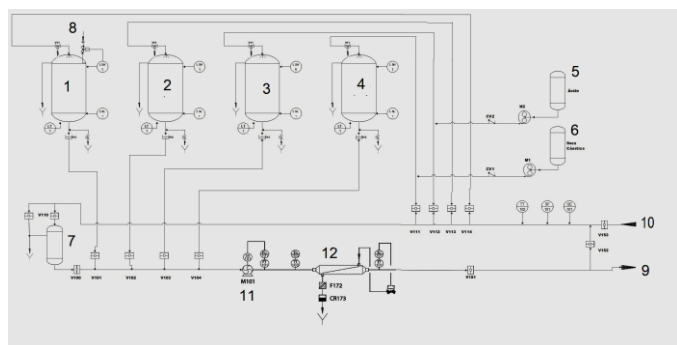


Imagen 1: Identificación de equipos.

Remitirse al diagrama de flujo para la identificación de los equipos y conexiones principales.

- 1) Tanque de agua Limpia
- 2) Tanque de agua Recuperada
- 3) Tanque de ácido
- 4) Tanque de sosa cáustica
- 5) Suministro de ácido concentrado, dosificación del lado de retorno

que el volumen del tanque este en el nivel máximo la concentración sea correcta.

f) La circulación intermedia a través del tanque de detergente comienza y continúa durante un tiempo preajustado.

-una vez transcurre el tiempo de circulación la secuencia retorna al paso d para nuevamente medir conductividad y comprobar la concentración.

g) Comienza la comprobación de temperatura que debe estabilizarse en el parámetro ajustado.

– Cuando la temperatura llega al punto fijado la válvula proporcional de vapor se cierra.

h) en este paso agua limpia entra a presión en el sistema para separar y recoger el detergente de las tuberías hacia el tanque de preparación.

i) El agua se vierte a presión para drenar hasta que el nivel del tanque de circulación esté por debajo de el interruptor de nivel bajo LSL.

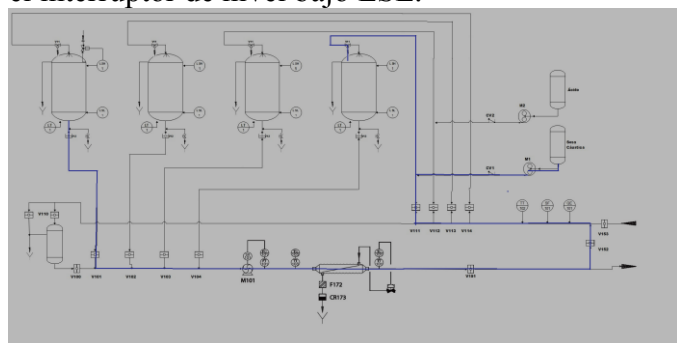


Imagen 2: flujo durante el llenado del tanque de soda.

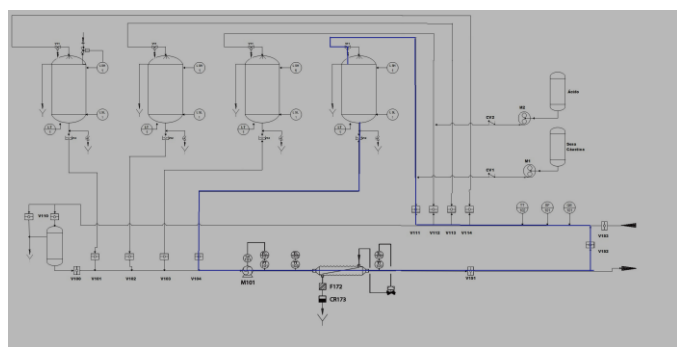


Imagen 3: flujo durante la circulación de detergente.

-Limpieza

El sistema se diseña para optimizar el uso de energía, agua y líquido de limpieza. Esto se logra, entre otras, de la manera siguiente:

La solución de limpieza puede circularse a través del tanque de circulación, minimizando así el volumen de circulación, lo que proporciona un

aumento de la temperatura más rápido en circuitos de limpieza de tamaño pequeño y mediano.

Puede circularse agua tibia de prelavado, lo que minimiza el consumo de agua.

El caudal de líquido se ajusta para que surta cada circuito de limpieza.

El módulo de limpieza CIP se diseña para responder a sistemas de limpieza activos. Un sistema de limpieza activo es todo elemento que remotamente solicite una secuencia de limpieza, por ejemplo, un pasteurizador, un mezclador una llenadora o un tanque de preparación de jarabe, estos sistemas solicitan la secuencia de limpieza desde sus unidades y a través de una receta el sistema configura el calentamiento y suministro de agua de clareado y pre clareado, la entrega de líquidos, la recolección de estos y el enjuague final.

El líquido que retorna se clasifica para que retorne a un tanque de detergente o para ir al drenaje, esto realiza mediante un transmisor de conductividad que permite a partir de un valor en mS recuperar o drenar el detergente, de igual forma ocurre para la recuperación de agua de enjuague hacia el tanque de agua recuperada que será usada para próximos aclarados

-Circuito de limpieza

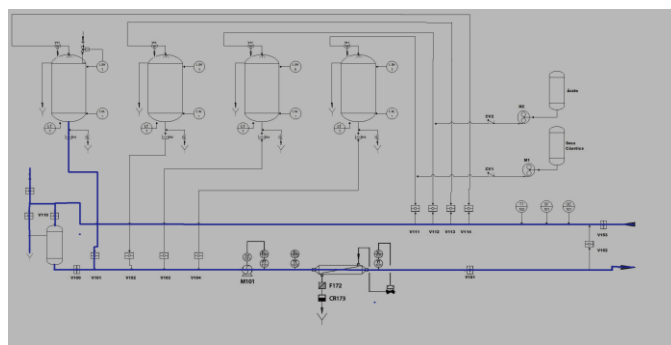


Imagen 4: flujo durante el aclarado

a) El agua entra a través de una válvula V1 al tanque de circulación o desde el tanque de agua limpia a través de la válvula V101 y se bombea hacia el circuito de limpieza a través de la bomba de presión y pasando por el intercambiador de calor.

b) El agua de aclarado fluye de regreso al sistema a través de las tuberías de retorno de limpieza y se envía a drenar a través de la válvula V11.

c) El líquido se bombea a través de la bomba de presión hacia el circuito de limpieza y fluye de regreso al sistema a través de las tuberías de retorno de limpieza.

d) El líquido fluye a través del tanque de circulación de regreso a la bomba de presión, circulando agua caliente solamente.

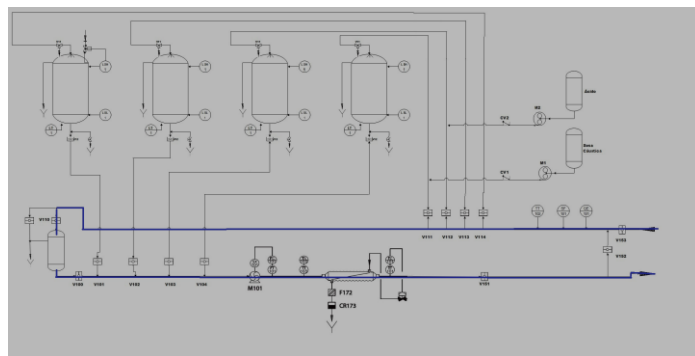


Imagen 5: flujo durante la circulación

Circulación de Detergente:

El detergente se bombea desde el tanque respectivo, ya sea de ácido o sosa dependiendo del programa seleccionado hacia el circuito de limpieza a través de la bomba de presión.

Para sistemas de limpieza activos el detergente se bombea solamente cuando se recibe el comando apropiado de "solicitud de líquido".

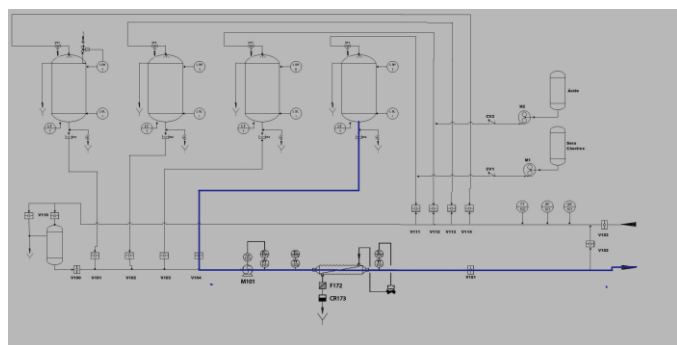


Imagen 6: flujo durante el llenado del circuito con detergente

Circulación en los tanques de detergente:

En este paso el líquido se bombea a través de la bomba de presión hacia el objeto de limpieza y fluye de regreso al sistema a través de las tuberías de retorno de limpieza.

Posteriormente el líquido fluye a través del tanque de detergente (el tanque de sosa cáustica o tanque de solución acida) y de regreso a la bomba de presión.

Para sistemas de limpieza activos el detergente está circulando por encima del tanque de detergente en tanto se reciban los comandos apropiados de "solicitud de líquido" y de "retorno de líquido" y la conductividad medida en el lado de retorno esté por encima del límite de clasificación; cuando está por debajo del límite de clasificación, el detergente se envía a drenar.

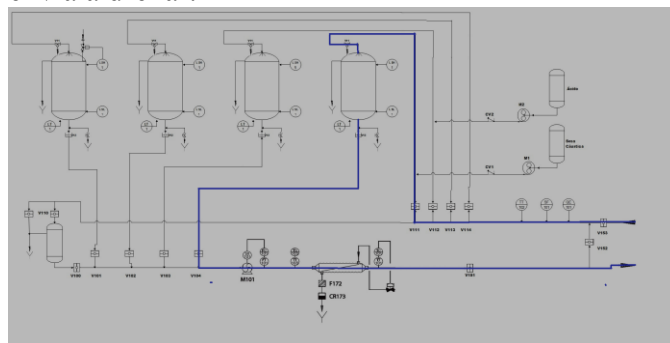


Imagen 7: flujo durante la circulación en el tanque detergente

Flujo durante la recuperación de detergente:

El detergente retornado se envía de regreso al tanque de detergente en los pasos de recolección.

Para sistemas de limpieza activos el detergente se envía de regreso al tanque de detergente solamente cuando se recibe el comando apropiado de "retorno de líquido" y la conductividad medida en el lado de retorno está por encima del límite de clasificación; cuando está por debajo del límite de clasificación el agua con detergente se envía a drenar.

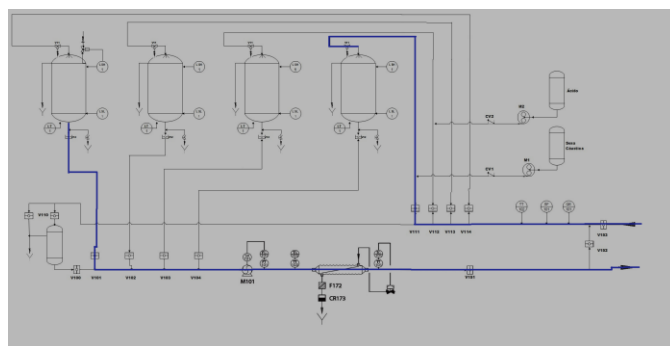


Imagen 8: flujo durante la recuperación detergente.

VI. PROGRAMAS DE LIMPIEZA

Para cada circuito a limpiar pueden definirse diferentes programas de limpieza que se configuran en la puesta en marcha, configurando los parámetros de las diferentes recetas que deben estar predefinidas, estas deben estar diseñadas para

facilitar la limpieza de todos los equipos, tales como tuberías, tanques de almacenamiento y preparación, pasteurizadores, mezcladores y sistemas de llenado.

-Recetas

Las principales recetas del sistema deben comprender las siguientes actividades:

Nombre de la actividad	Fuente del fluido
Prelavado	Tanque de Agua Recuperada
Lavado intermedio	Tanque de Agua Limpia
Solución Caustica	Tanque de Sosa caustica
Solución Ácida	Tanque de Ácido
higienización con agua caliente	Tanque de Agua Limpia
Enjuague final	Tanque de Agua Limpia
Sosa Caustica en línea	Bomba de Concentrado de Sosa
Ácido en línea	Bomba de Concentrado de Ácido

Tabla 1: Actividades en las Recetas.

Se definen 10 recetas principales y a continuación se describen los pasos y actividades de cada una:

Limpieza de 3 pasos.

Receta N°1 Sosa Caustica		Receta N°2 Ácido	
Paso	Actividad	Paso	Actividad
1	Prelavado	1	Prelavado
2	Caustico	2	Ácido
3	Enjuague final	3	Enjuague final

Tabla 2: Recetas CIP 3 pasos.

Limpieza de 5 pasos.

Receta N°3 Sosa y Ácido		Receta N°4 Ácido y Sosa	
Paso	Actividad	Paso	Actividad
1	Prelavado	1	Prelavado
2	Caustico	2	Ácido
3	Enjuague intermedio	3	Enjuague intermedio
4	Ácido	4	Caustico
5	Enjuague final	5	Enjuague final
Receta N°5 Sosa e Higienización		Receta N°6 Sosa y Desinfección	

Paso	Actividad	Paso	Actividad
1	Prelavado	1	Prelavado
2	Caustico	2	Caustico
3	Enjuague intermedio	3	Enjuague intermedio
4	Higienización de Agua Caliente	4	Desinfección con productos químicos
5	Enjuague final	5	Enjuague final

Tabla 3: Recetas CIP 5 pasos.

Limpieza de 7 pasos.

Receta N°7 Sosa - Ácido - Sosa		Receta N°8 Sosa - Ácido-Agua Caliente	
Paso	Actividad	Paso	Actividad
1	Prelavado	1	Prelavado
2	Caustico	2	Caustico
3	Enjuague intermedio	3	Enjuague intermedio
4	Ácido	4	Ácido
5	Enjuague intermedio	5	Enjuague intermedio
6	Caustico	6	Higienización de Agua Caliente
7	Enjuague final	7	Enjuague final
Receta N°9 Ácido- Sosa -Agua Caliente		Receta N°10 Sosa – Ácido Agua Caliente	
Paso	Actividad	Paso	Actividad
1	Prelavado	1	Prelavado
2	Ácido	2	Sosa
3	Enjuague intermedio	3	Ácido
4	Sosa	4	Enjuague intermedio
5	Enjuague intermedio	5	Higienización de Agua Caliente
6	Higienización de Agua Caliente	6	Desinfección con productos químicos
7	Enjuague final	7	Enjuague final

Tabla 4: Recetas CIP 7 pasos

VII. PANEL DE CONTROL

A continuación, se describe el diseño del panel de operador con los respectivos menús; este diseño estaría sujeto al proveedor y/o software implementado.

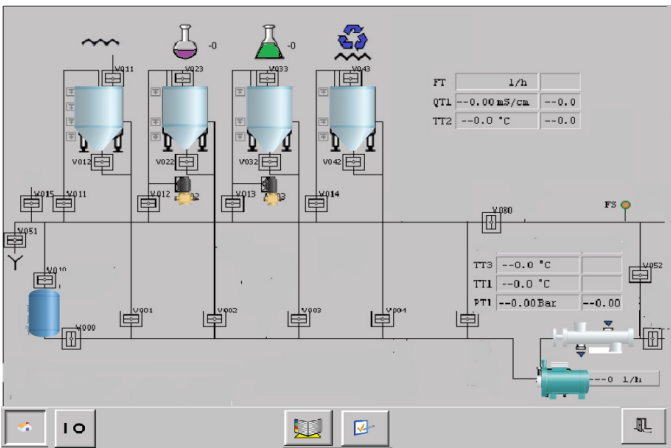
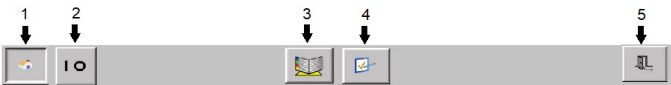


Imagen 9: Panel de operador

El panel del operador local, Interfaz hombre-máquina (HMI), se usa como el enlace entre PLC, Sistema CIP y los operadores. Mediante el HMI el operador puede introducir los comandos necesarios, introducir diversos procesos y parámetros de sistema y obtener información sobre el estado del sistema. Es posible obtener información sobre el paso actual del sistema y qué secuencia está activa. Las alarmas se muestran en la HMI si ocurren condiciones anormales. El Sistema CIP también puede conectarse a un sistema de control y supervisión. Donde sea posible introducir y recibir la misma información que la que se introduce y se desde la HMI local.

-Menús

La descripción siguiente contienen una selección de botones, símbolos y menús que se pueden ver en la barra de botones de la HMI.



- 1) Visualización de inicio.
- 2) Visualización de entradas y salidas del sistema
- 3) Selección de Recetas
- 4) Edición de parámetros
- 5) Salir

-Símbolos de líquidos

Estos símbolos son comúnmente usados en la HMI para simbolizar cualquier cosa relacionada con el tipo de líquido. Por ejemplo, una actividad de limpieza con ácido podría identificarse con el

mismo símbolo que para el tanque de limpieza de ácido.

Símbolo	Tipo de líquido
	Agua
	Agua de enjuague
	Cáustico
	Ácido
	Higienización con agua caliente

Tabla 5: Símbolos de Líquidos

-Leyendas de los valores de proceso

La indicación de valores de proceso se hace mediante leyendas que identifican el tipo y numero de instrumento:

Leyenda	Instrumento
QT	Transmisor de conductividad (ver solamente)
QC	Controlador de conductividad (asociado con un controlador PID)
TT	Transmisor de temperatura (ver solamente)
TC	Controlador de temperatura (asociado con un controlador PID)
TP	Transmisor de presión (ver solamente)
PC	Controlador de presión (asociado con un controlador PID)
LT	Transmisor de nivel (ver solamente)
LSH	Interruptor de nivel alto (ver solamente)
LSM	Interruptor de nivel medio (ver solamente)
LSL	Interruptor de nivel bajo (ver solamente)
FT	Transmisor de flujo (ver solamente)
FC	FC Controlador de flujo (asociado con un controlador PID)
FS	FS Interruptor de flujo (ver solamente)

Tabla 6: Leyendas de Instrumentos

VIII. SELECCIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE MEDIDA

A con atenuación se listan y se describen los equipos e instrumentos de medida que se requieren para el correcto funcionamiento de todo el sistema, la planta de gaseosas lux ya cuenta con algunos de estos equipos para la implementación del sistema CIP:

-Pantalla HMI beijer electronics X2 pro 10, de 1024 x 600 pixel, comunicación ethernet cuenta con diferentes drives de fabricantes como Siemens y Allen Bradley.



-Plc S7-300, cpu 314c, entradas y salidas analógicas y digitales, cuenta con comunicación Ethernet y Profibus.



-convertidor de frecuencia danfoss AutomationDrive FC301, con comunicación profibus.



-Válvula de control SAMSON 3241 con posicionador I/P 4-20mA.



-Transmisor de Conductividad Endress and Hauser CLD134 con salida analógica de temperatura y conductividad.



-Transmisor de Flujo Endress and Hauser PROMAG 50



-Transmisor de temperatura Endress and Hauser con pt100 y salida 4-20mA.



IX. CONCLUSIONES

Se logró desarrollar un diseño y dimensionamiento de un sistema CIP para el Área de envasado de Jugos HIT en la planta de Gaseosas Lux Postobón Bogotá, partiendo de los sistemas actuales completamente manuales y de la falta de adecuación de diferentes Equipos e Instrumentos, se ha logrado obtener la información necesaria para diseñar un sistema que cumpla con los requerimientos del proceso y que permita así mejorar la productividad, eficiencias y calidad el producto.

El diseño desarrollado describe un sistema automático avanzado de limpieza en el sitio que se utilizara futuros desarrollos en las plantas de Postobón, y así garantizar la limpieza de el equipo de procesado, como las máquinas de llenado, los pasteurizadores, las tuberías sanitarias, los depósitos, los depósitos asépticos, los intercambiadores de calor de placas etc.

Este diseño permitirá minimizar el consumo de agua, la cantidad de detergentes utilizados y reduciendo los tiempos de espera para procesado de bebidas; el diseño automático garantiza que todos los parámetros exigidos en normas y estándares, se cumplan y se respeten los niveles de temperature concentración y velocidad de flujo, asegurando así la inocuidad de los procesos.

Este trabajo permitió reunir y recolectar la información suficiente para lograr un diseño de un sistema CIP, el desarrollo de un diagrama P&ID permite abarcar los instrumentos necesario que se requieren en el proceso y de esta manera dimensionarlos según las características del proceso.

X. REFERENCIAS

- [1] International Society of Beverage Technologists (ISBT) Sanitation Manual, 2005.
Diversey Beverage Microbiology References, 2008.
- [2] Artículo - La limpieza y desinfección en la industria de bebidas: Revista Tecnoalimen número 17 - Marzo 2017 –Autor Pedro Pozuelo

[2] <https://sagafluid.com/sistema-limpieza-cip/>

[3]<http://www.valveco.com.co/catalogo/valvula-de-control/>

[3]<https://ieeexplore-ieee-org.bdigital.udistrital.edu.co/document/5369117>

[4] Instrumentación Industrial - Antonio Creus 8 Edición Alfaomega.

[5]https://es.wikipedia.org/wiki/Controlador_1%C3%B3gico_programable

[6]<https://www.wonderware.com/es-es/hmi-scada/what-is-hmi/>

[7]<https://www.betelgeux.es/productos/limpieza-y-desinfeccion-de-sistemas-cip/detergentes-acidos-1/>