

**DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE
DOSIFICACIÓN DE MICROINGREDIENTES EN EL PROCESO DE CONCHADO**

COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES

LIZETH VÉLEZ BEDOYA

INFORME DE PRÁCTICA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**ASESOR PRÁCTICA ACADÉMICA
RICARDO ANTONIO OSORNO OSPINA**



**UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA - FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
MEDELLÍN-ANTIOQUIA
2019**

Tabla de contenido

1	Resumen.....	4
2	Introducción	4
3	Objetivos	5
3.1	Objetivo general.....	5
3.2	Objetivos específicos	6
4	Marco Teórico	6
4.1	Conchado	6
4.2	Curva de conchado	8
4.3	Microingredientes.....	8
4.4	Automatización	9
4.5	Sistemas de dosificación	9
4.6	Distribución en planta.....	10
5	Metodología.....	12
5.1	Descripción del proceso actual.....	12
5.2	Identificación de riesgos	18
5.3	Propuesta de automatización del proceso	22
5.4	Especificaciones técnicas.....	24
5.4.1	Diseño del tanque de almacenamiento.....	25
5.4.2	Diseño del sistema de alimentación al tanque.....	25
5.4.3	Selección de la bomba	26
5.4.4	Diseño de la red de tubería.....	26
5.4.5	Selección de los componentes de dosificación.....	27
5.4.6	Diseño del sistema de calentamiento.....	27
5.5	Distribución en planta.....	28
6	Resultados y análisis	29
6.1	Detalle de distribución en 3D	29
6.2	Consideraciones y recomendaciones.....	30
7	Conclusiones	31
8	Referencias Bibliográficas	33
9	Anexos	34

Lista de Ilustraciones

Tabla 1.	Consumo promedio mensual de los aditivos (2018).....	12
Tabla 2.	Propiedades de aditivos.....	13
Tabla 3.	Distancias de recorrido desde cuarto de materias primas a cada concha	15
Tabla 4.	Matriz de Riesgos del proceso.....	18
Tabla 5.	Reporte de tarjetas verdes (2018) en proceso de dosificación microingredientes.....	19
Tabla 6.	Desempeño de indicadores del proceso Actual Vs Deseado.....	20

Ilustración 1. Mecánica interna del trabajo de una concha.....	7
Ilustración 2. Etapas del proceso de conchado.....	7
Ilustración 3. Curva típica de conchado.....	8
Ilustración 4. Dosificación volumétrica Vs Dosificación gravimétrica.....	10
Ilustración 5. Recorrido desde almacén de esencias a zona de producción (cuarto de materias primas).....	14
Ilustración 6. Recorridos desde cuarto de materias primas a cada concha...	15
Ilustración 7. Diagrama de recorrido actual del proceso de adición de aditivos.....	16
Ilustración 8. Diagrama de flujo actual del proceso de conchado.	17
Ilustración 9. Diagrama de recorrido actual del proceso de adición de aditivos.....	23
Ilustración 10. Diagrama de flujo propuesto del proceso de conchado.....	24
Ilustración 11. Distribución en planta dosificación automática de microingredientes.....	28
Ilustración 12. Ruta de tuberías en llegada a las conchas.....	29
Ilustración 13. Ruta de tuberías en llegada a las conchas.....	29
Ilustración 14. Ruta de tuberías en llegada a conchas, vista posterior.....	30
Ilustración 15. Detalle de salida de rutas de tuberías desde tanques de almacenamiento.....	30
Anexo 1. Valoración de riesgos en Grupo Nutresa.....	34
Anexo 2. Volteador de canecas. Fuente: Hidráulicos J-R.....	34

DISEÑO DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE DOSIFICACIÓN DE MICROINGREDIENTES EN EL PROCESO DE CONCHADO

COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES

1 Resumen

El proceso de conchado es uno de los procesos claves en la producción de chocolate donde ingredientes como licores de cacao, grasas, azúcares y leches son homogenizados en una 'concha'¹ hasta obtener el líquido consistente para la fabricación de una chocolatina u otras golosinas.

A pesar de que este proceso es clave en la obtención de un producto de calidad, la adición de microingredientes encargados de evitar el fat-bloom² y sugar-bloom³ no está automatizada y son los operarios quienes deben de subir las escaleras para su dosificación con recipientes y bolsas que pesan entre los 13 y 24 kilogramos sin ninguna sujeción al barandal. Los riesgos identificados en esta operación son: caídas a diferente nivel, esfuerzos al levantar y desplazar cargas, disminución de la productividad, reprocesos o desperdicios de producto, poca confiabilidad en la precisión de la formulación y quejas de consumidores.

Con el fin de reducir, evitar y eliminar muchos de estos riesgos se presenta la distribución en planta de un sistema automático para la dosificación de microingredientes en el proceso de conchado y las especificaciones técnicas de algunos de los equipos, al igual que algunas consideraciones y recomendaciones importantes.

2 Introducción

La Compañía Nacional de Chocolates S.A.S es sin duda un líder sólido en el sector de chocolates y snacks en Colombia, la cual produce y comercializa golosinas de chocolate, bebidas de chocolate, modificadores de leche, barras de cereal y nueces (GRUPO NUTRESA S.A, 2018). Sus marcas son reconocidas y queridas por personas de todos los niveles socio-económicos y su amplio portafolio de productos y precios son su mayor fuerza competitiva.

¹ Equipo que agita y amasa el chocolate.

² El Fat-Bloom es cuando los cristales de la grasa que contiene el chocolate, suben a la superficie cuando hace más de 30°C y se vuelven a cristalizar en la parte superior haciéndose visible en los productos que son de chocolate. Es inocuo, pero deteriora el aspecto de los productos, lo que nos lleva a la devolución de éstos por el consumidor.

³ El Sugar-Bloom" es la solubilización de las pequeñas partículas de azúcar que se separan formando cristales gruesos con la evaporación. Esto sucede sobre todo con humedades altas entre el 75-80% y el aspecto es más o menos el mismo que cuando aparece el fat bloom, la diferencia es que aquí sí se nota en el sabor.

El proceso de conchado, es uno de los procesos claves en la producción de chocolate donde ingredientes como licores de cacao, grasas, azúcares y leches son homogenizados en una 'concha' hasta obtener el líquido consistente para la fabricación de una chocolatina u otras golosinas; es aquí donde se agregan aditivos (microingredientes) que hacen parte de las recetas secretas que dan la textura y sabor característico a los productos que comercializa la compañía.

A pesar de que este proceso es clave en la obtención de un producto de calidad, la adición de microingredientes encargados de evitar el fat-bloom y sugar-bloom no está automatizada, lo que podría aumentar el riesgo de reprocesos por inexactitud en las dosificaciones y posibles incidentes con los operarios ya que suben las escaleras con recipientes y bolsas que pesan entre los 13 y 24 kilogramos sin ninguna sujeción al barandal.

Desde el área de Ingeniería de Proyectos, con el apoyo de Investigación y Desarrollo (I&D) en los análisis fisicoquímicos de los microingredientes y el interés desde seguridad y salud en el trabajo (SST) por la seguridad en la operación de sus colaboradores se propone un sistema automático capaz de almacenar, pesar y dosificar con exactitud la cantidad de materiales necesarios para la receta programada en cada concha garantizándose una dosificación más confiable, eficiente y de fácil operatividad obteniendo un abastecimiento oportuno y seguro para el trabajador y las formulas.

Se presentan decisiones y recomendaciones dadas sobre las especificaciones técnicas: diseños de tanques a usar, selección de la bomba, red de tuberías, sistema de dosificación y sistema de calentamiento; al igual que la propuesta de distribución en planta.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Presentar la distribución en planta de un sistema automatizado para la dosificación de aditivos en el proceso de conchado, de manera que se disminuyan los riesgos identificados y se consideren las limitaciones de espacio en la zona de producción.

3.2 Objetivos específicos

- Justificar y poner en contexto la necesidad del proyecto.
- Definir y describir las características técnicas de los equipos y accesorios a instalar.
- Evaluar y definir las rutas de tuberías que se usaran e instalaran, al igual que las adecuaciones mecánicas a tener en cuenta.
- Presentar Lay Out en la zona de producción de cómo y donde quedará ubicado el sistema de automatización respecto a la ubicación de las conchas.

4 Marco Teórico

4.1 Conchado

El conchado es el proceso donde se mezcla el licor de cacao, grasas, aditivos, azúcar y leche de acuerdo a la receta, en un equipo que agita y amasa el chocolate llamado 'concha'. El conchado es un proceso esencial que contribuye al desarrollo de la viscosidad, textura final y sabor del chocolate (Afoakwa, 2016), ya que en este se eliminan sabores astringentes, amargos y ácidos no deseados (véase *Ilustración 1*). Tres de las variables para obtener una calidad aceptada del producto son: velocidad y tiempo de agitación, temperatura durante el conchado y dosificación de aditivos durante el proceso. Al final del proceso, se obtiene un chocolate brillante, con una textura fina y agradable al paladar.

El proceso de conchado tiene 3 etapas principales, tal como se observan en la *Ilustración 2*:

1. Etapa seca: reduce en gran medida el contenido de humedad de un 1,5% a un 0,6-0,8% aproximadamente; y es aquí cuando se eliminan compuestos indeseables como ácidos, aldehídos y cetonas caracterizados por su olor fuerte e irritante.
2. Etapa plástica: produce un efecto de cizallamiento de la masa del chocolate, con el fin de garantizar humectación de las partículas de azúcar, cambio en la plasticidad de la masa de cacao y desarrollo del aroma. Etapa donde hay mayor temperatura y velocidad de rotación, donde además la masa va cambiando su consistencia.
3. Etapa líquida: Adición de la grasa faltante según la fórmula y un emulsionante para obtener la viscosidad deseada según el tipo de chocolate. Por lo general, es en esta etapa donde se agregan

esencias líquidas y se homogeniza hasta incorporar el resto de ingredientes (Acevedo, Mejía, Acosta, Valencia y Penagos, 2017).

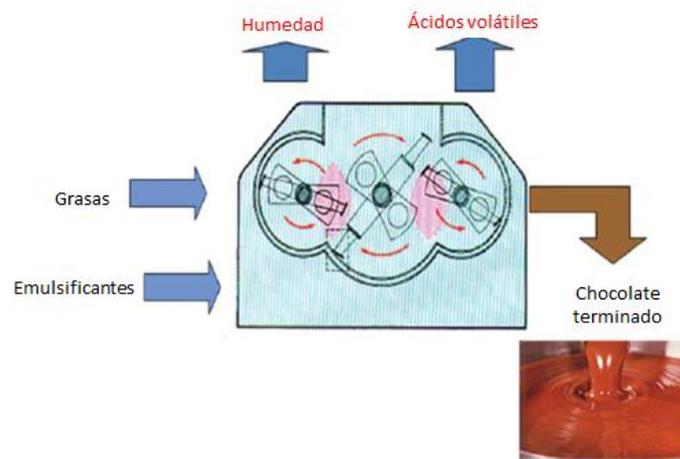


Ilustración 1. Mecánica interna del trabajo de una concha.

Fuente: (Afoakwa, 2016).



Ilustración 2. Etapas del proceso de conchado.

Fuente: (Afoakwa, 2016).

Además se considera una etapa inicial llamada carga que consiste en la dosificación de ingredientes mayores a la concha, y se define como el tiempo que demora en caer el primer gramo de producto hasta que termina toda la dosificación, a la vez que el equipo ya ha iniciado su agitación a una velocidad lenta que luego da paso a la etapa seca.

También se considera una fase final de descarga de la concha, donde se hacen pruebas de calidad al producto y posteriormente el chocolate puede ser bombeado en tanques de almacenamiento listos para su procesamiento en chocolate solidificado u otro uso industrial o comercial (Beckett, 2008).

4.2 Curva de conchado

La curva de conchado permite verificar que el proceso se está cumpliendo a cabalidad, tal como está definido por las especificaciones técnicas de la concha. Si esta curva no sigue el comportamiento estándar entonces se sabe que el proceso está fallando. Las variables a controlar son la potencia, temperatura y tiempo.

La finalidad de la concha es entregar una potencia de trabajo a una masa de chocolate (la potencia la da el motor de la concha) donde la variable que se controla son las RPM (Revoluciones por Minuto) y cambia según la etapa en la que se encuentre el proceso (véase *Ilustración 3*).

En la etapa de carga (1) las RPM aumentan a medida que se termina la dosificación de ingredientes mayores, en la etapa seca (2) el motor entrega su máxima potencia e idealmente se sostiene por el mayor tiempo posible, luego se entra a la etapa plástica (3) donde la masa empieza a tomar un estado líquido y las RPM bajan y se da un cambio de giro; y por último se da la etapa plástica (4) cuando el producto ya está totalmente líquido y las RPM son mínimas, aquí se adicionan grasas y otros emulsificantes.

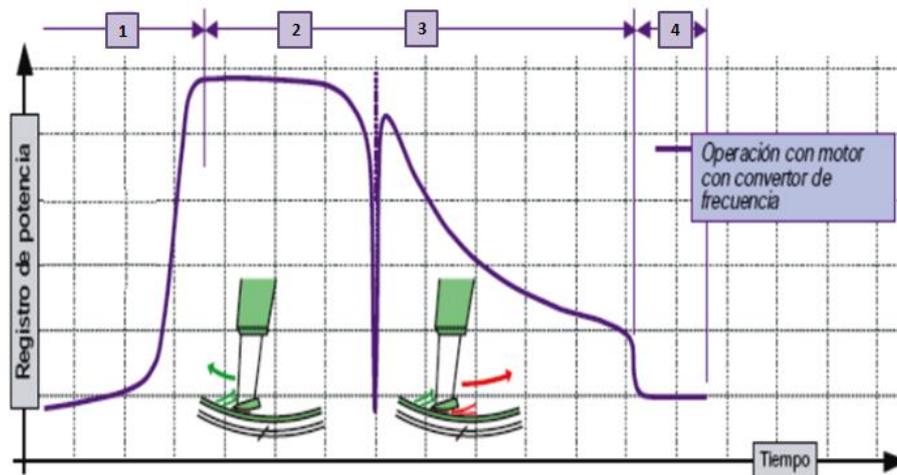


Ilustración 3. Curva típica de conchado.

Fuente: Archivos CNCH

4.3 Microingredientes

Los microingredientes son aquellos aditivos, también llamados emulsificantes utilizados para varios propósitos en la producción de alimentos, incluyendo la mejora de la textura, el volumen, la aireación y la homogeneidad de los productos (Dos Santos, Ming y Guaraldo, 2014). Se les llama microingredientes porque se dosifican en muy pequeñas cantidades en

comparación con los demás productos que son usados en el proceso de conchado y su adición se ubica en una de las fases de mayor cuidado por la exigencia desde calidad, precisión y seguridad de las formulas.

4.4 Automatización

La automatización es la implementación de sistemas y tecnologías inteligentes capaces de operar y controlar dispositivos en un proceso de producción, disminuyendo e incluso prescindiendo de la operación humana en actividades que por su esfuerzo representan un riesgo para la salud y bienestar de los trabajadores de manera que se garantice un aumento en la productividad (Cámara De Comercio De Medellín).

“Un sistema automatizado realiza una labor de manera automática de acuerdo a los parámetros con los cuales ha sido diseñado. Sus objetivos son mejorar la eficiencia del proceso incrementando la velocidad de ejecución de las tareas, la calidad y la precisión, disminuyendo además los riesgos que se podrían tener si las mismas fuesen manuales” (Daneri, 2008).

Existen diferentes alternativas para obtener un sistema automático que cumpla con lo requerido, sin embargo, de las más usadas en la industria son los PLC (Programmable Logic Controller - Controlador Lógico Programable), que se puede definir como un equipo electrónico, programable por el usuario en lenguaje no informático para que desempeñe una función determinada, y que está destinado a gobernar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales, el cual consta de un hardware estándar, con capacidad de conexión directa a las señales de campo (niveles de tensión y corriente compatibles con los sensores y actuadores industriales) (Daneri, 2008).

4.5 Sistemas de dosificación

Los sistemas de dosificación son sistemas capaces de preparar cantidades predeterminadas de un líquido o materia prima en un periodo de tiempo concreto y en la relación definida. Para ser fieles a la receta se depende de las características del producto a granel, de las condiciones del entorno y del proceso de dosificación en relación con el órgano dosificador seleccionado.

Existen dos principios de dosificación: volumétrico o gravimétrico.

“En la dosificación volumétrica, la expulsión del material se produce exclusivamente en función del volumen (no miden la masa), sus órganos de

dosificación se tendrán que calibrar en función del material antes de cada uso, al cambiar de material o de lote. Además, los sistemas de dosificación volumétricos no pueden compensar automáticamente los cambios en las propiedades del material, como oscilaciones en la densidad aparente. Con el fin de compensar las posibles oscilaciones en el peso de vertido, a menudo los sistemas volumétricos se operan con una sobredosificación" (Axioma Group S.A.S, 2014).

"En el principio de dosificación gravimétrico o en función del peso, una o varias células de pesaje integradas miden (pesan) el material que se desea dosificar. La comparación teórica/real regula la dosificación, por lo que los sistemas gravimétricos pueden compensar automáticamente las posibles desviaciones de la densidad aparente. Otra ventaja es el registro en función del peso de las cantidades que se transportan" (Axioma Group S.A.S, 2014).

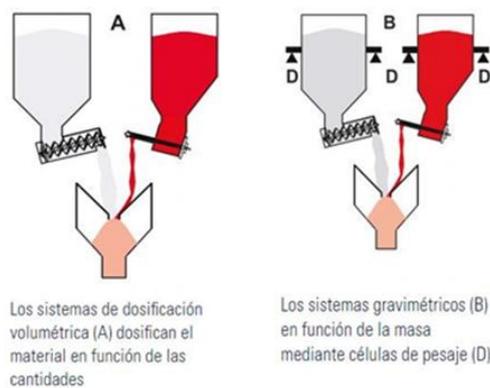


Ilustración 4. Dosificación volumétrica Vs Dosificación gravimétrica.
Fuente: (Axioma Group S.A.S, 2014).

Ambos principios resultan adecuados para una dosificación y transporte simultáneos o consecutivos del material.

4.6 Distribución en planta

La distribución en planta se refiere a la ordenación física de aquellos factores que intervienen en un proceso de producción, tales como: movimiento de materiales, personas e información, almacenamiento y maquinaria; al igual que las instalaciones en sí mismas.

En una distribución de planta siempre se busca encontrar disminuciones en: tiempos de fabricación, riesgos para los empleados y retrasos, a la vez que se aumenta la productividad y eficiencia del espacio utilizado.

Los objetivos básicos del diseño de distribución en planta según Richard Muther (1981) son:

1. Integración de todos los factores que afectan a la distribución: considerando maximizar beneficios para hombres, materiales y maquinaria.
2. Distancias mínimas recorridas por los materiales: será mejor la distribución donde las distancias a recorrer por el material son las menos posibles.
3. Facilitar la circulación del trabajo a través de la planta: orden en las áreas de trabajo que faciliten la secuenciación de procesos.
4. Utilización efectiva de todo el espacio: pensar en la utilización del espacio tanto vertical como horizontal.
5. Satisfacción y seguridad del personal: solo cuidando el recurso humano es posible aumentar la productividad.
6. Facilidad de ordenación para facilitar reajustes: considerar espacios para futuros movimientos o ampliaciones del proyecto.

Como lo expresa Trueba (2009), la secuencia a llevar a cabo para la distribución en planta es:

1. Planear el total, después los detalles: determinar la necesidad y espacio para desarrollar un plan de trabajo sobre la distribución que se tiene en mente lograr/mejorar.
2. Preparar el plan teórico y deducir de éste el práctico: sentar las bases de los requerimientos básicos e indiscutibles para luego combinar con las posibilidades que se resuelvan en la planeación y ejecución.
3. Planear el proceso y maquinaria de acuerdo con las necesidades del producto a fabricar: considerar todas aquellas especificaciones técnicas que impulsaron la propuesta de la distribución.
4. Planear la distribución (lay-out) de acuerdo al proceso, la maquinaria y la circulación: realizar diseños siguiendo planos del área de trabajo.
5. Planear la construcción de elementos auxiliares para el logro de la distribución requerida: determinar que espacios, recursos, equipos, accesorios son necesarios para complementar los detalles básicos concebidos.
6. Comprobar la distribución: validación de que la propuesta es la mejor opción para todos (materiales, información y personas) y que lograra disminuir transportes de personas, materiales e información.
7. Ejecutar la distribución: llevar a cabo los planteamientos definidos considerando los pasos anteriores.

5 Metodología

5.1 Descripción del proceso actual

El proceso de conchado en la compañía Nacional de Chocolates se lleva a cabo en un total de 13 conchas, las cuales tienen capacidad de más de 5 toneladas. El tiempo de conchado está comprendido entre 6 a 18 horas y puede variar según el tipo de referencia que se esté mezclando, mientras que la temperatura de conchado oscila en los 50 °C. Este proceso se hace tanto para chocolate oscuro como para chocolate blanco.

Muchas de las recetas de la Compañía necesitan la adición de emulsificantes que aportan propiedades funcionales al chocolate como lo son: textura, brillo y control de Fat Bloom y Sugar Bloom .

Dos de estos emulsificantes o aditivos son usados frecuentemente en la preparación de referencias y se cargan a las conchas en un promedio de 7 veces al día; se tienen unos consumos promedios mensuales tales como se muestran en la *Tabla 1*.

Tabla 1. Consumo promedio mensual de los aditivos (2018).

Consumo promedio mensual	
Aditivo 1	2700 kg
Aditivo 2	1400 Kg

Fuente: Historial de consumos de producción CNCH

La mayoría de las recetas incluyen ambos aditivos de tal manera que se cumpla la proporción de:

$$\% \text{ Aditivo 1} > \% \text{ Aditivo 2} \quad (1)$$

Además, las recetas que incluyen el Aditivo 1 deben incluir también el Aditivo 2. *“La razón para que ambos deban ser agregados en conjunto es gracias al balance hidrofílico-lipofílico del emulsionante (HBL) que se establece para predecir propiedades tensoactivas (permite la emulsión de un aceite en una disolución acuosa) y la función en sus propiedades físicoquímicas”* [1].

Las propiedades de ambos aditivos se encuentran consignadas en la *Tabla 2*.

Tabla 2. Propiedades de aditivos

Material	Viscosidad	Densidad	Punto de Fusión	Valor HLB	Apariencia
Aditivo 1	99.4 cPs	0.8839	59 ±3	2.1	Sólido Crema
Aditivo 2	202 cPs	1.0455	50 ±5	15	Pasta Amarillo

La presentación del Aditivo 1 es en forma de escamas y este estado sólido dificulta su derretimiento, pues es un material que se funde a altas temperaturas pero que vuelve a solidificarse en cuestión de segundos. Su presentación es en bolsa.

Mientras tanto el Aditivo 2 viene en estado sólido con muy alta viscosidad⁴, la cual tiene aspectos similares a la melaza. Su presentación es en recipiente plástico.

El manejo de estos aditivos representa un trabajo manual en una actividad automatizada que aporta riesgos desde los diferentes sistemas de gestión a la actividad productiva, puesto que el colaborador debe pesar, transportar y dosificar un promedio de 24 kg del aditivo 1 y 13 kg del aditivo 2 para una sola concha, además de subir entre 8 y 10 escalones para ello (acercarse a la concha y agregar el producto).

Actualmente el proceso se lleva a cabo con ayuda de dos personas: el auxiliar de producción quien se encarga de realizar el pedido de la materia prima necesaria para el turno según plan de producción, trasladar los recipientes hacia la bodega de esencias (ubicada fuera de la zona de producción) y llevar los recipientes con producto en un carro móvil hasta el cuarto de materias primas ubicado cerca de la zona de conchas; mientras que el preparador de conchas se encarga de pesar las cantidades exactas y adicionarlas a la concha, como también de revisar el proceso de conchado en general de todas las conchas que estén activas.

El procedimiento de dosificación se constituye en cuatro fases importantes:

1. Hacer pedido a almacén de esencias sobre las cantidades a utilizar para cada concha: el auxiliar de producción deberá de pasar un pedido de los requerimientos para que el personal del almacén pese y dosifique en baldes y bolsas la materia prima solicitada.
2. Traer aditivos desde almacén de esencias a zona de producción (cuarto de materias primas): este transporte se presenta dos veces al

⁴ La viscosidad expresa la facilidad que tiene un fluido para fluir cuando se le aplica una fuerza externa. El coeficiente de viscosidad absoluta de un fluido es una medida de su resistencia al deslizamiento o a sufrir deformaciones internas. La melaza es un fluido muy viscoso en comparación con el agua; a su vez, los gases son menos viscosos en comparación con el agua.

día (en los dos turnos principales) y se hace con ayuda de un carro móvil que debe ser arrastrado por el auxiliar de producción. El recorrido de esta actividad es de unos 418 metros (ida y vuelta) aproximadamente tal como se muestra en la *Ilustración 5*.

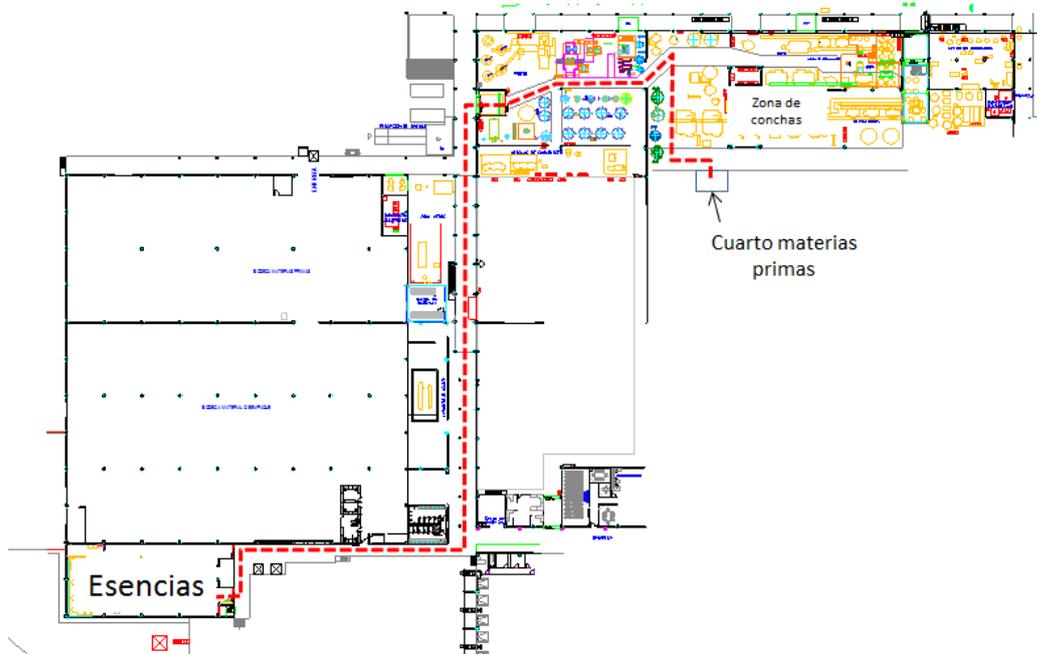


Ilustración 5. Recorrido desde almacén de esencias a zona de producción (cuarto de materias primas).

3. Transportar aditivos desde cuarto de materias primas a la concha: el colaborador deberá llevar la cantidad exacta de la materia prima (según receta) a cada concha para ser adicionada. Las distancias a cada concha varían según la distribución en planta (véase *Ilustración 6*), además en todas es necesario subir escalas tipo avión. En el día se cargan aproximadamente 7 conchas que llevan estos aditivos, es decir, se debe realizar este procedimiento 14 veces (una carga por cada microingrediente a la concha).

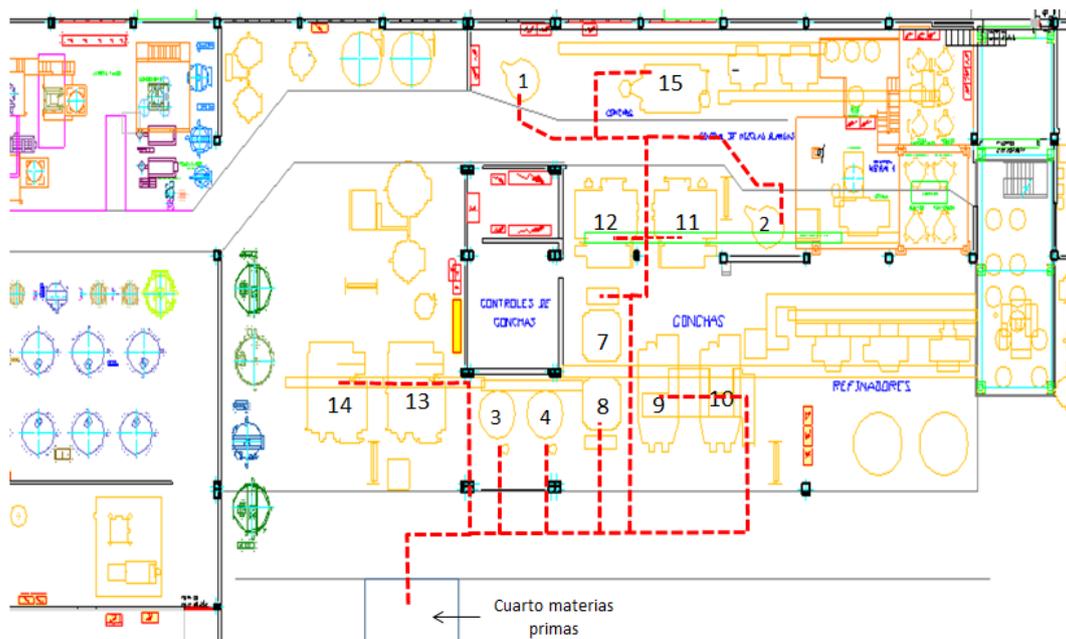


Ilustración 6. Recorridos desde cuarto de materias primas a cada concha

Las distancias recorridas (incluyendo ascenso a cada concha) se encuentran consignadas en la *Tabla 3*.

Tabla 3. Distancias de recorrido desde cuarto de materias primas a cada concha

	Distancias desde cuarto materias primas (metros)
Concha 1	49,8
Concha 2	48,7
Concha 3	14,5
Concha 4	14,5
Concha 7	29,6
Concha 8	18,7
Concha 9	35,6
Concha 10	30,6
Concha 11	34,6
Concha 12	34,6
Concha 13	13,3
Concha 14	19,3
Concha 15	46,2

El mayor riesgo se da en este proceso, pues es necesario que el operario lleve altas cargas de producto durante estas distancias y suban escalones sin poderse sujetar debidamente.

4. Dosificación: para la adición de microingredientes es necesario que el preparador voltee la bolsa o balde y agregue el producto.

Pueden existir riesgos de salpicadura de producto o que el recipiente se suelte y caiga dentro ocasionando un paro y desecho de todo el producto por caída de objeto extraño y contaminación en el alimento.

Así que el diagrama de recorrido para el proceso de dosificación mencionado se muestra en la *Ilustración 7*.

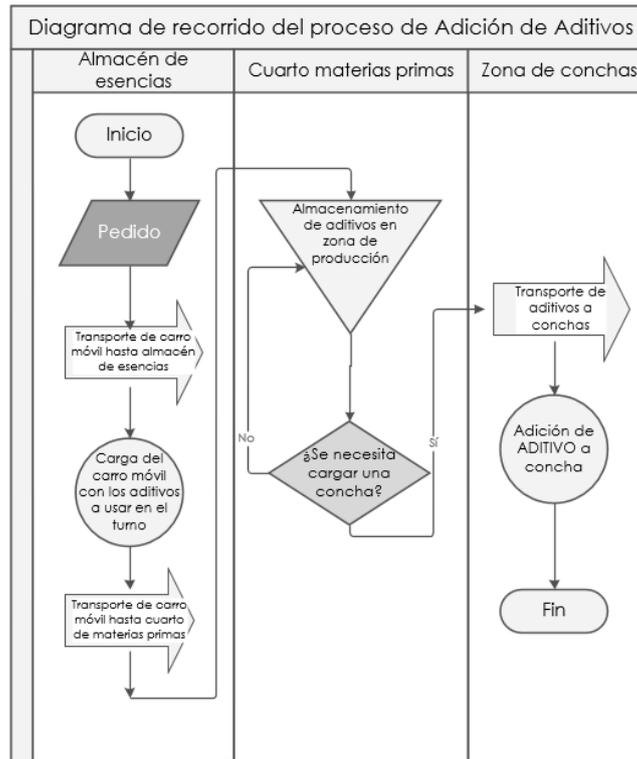


Ilustración 7. Diagrama de recorrido actual del proceso de adición de aditivos

Siendo así, el diagrama de flujo actual de la operación de conchado es tal como se muestra en la *Ilustración 8*, donde es importante tener en cuenta toda la preparación y desplazamientos hechos para poder dosificar el aditivo (mostrados en la *Ilustración 7*) que para efectos de este diagrama solo se representan como el proceso de “Adición de ADITIVO #”

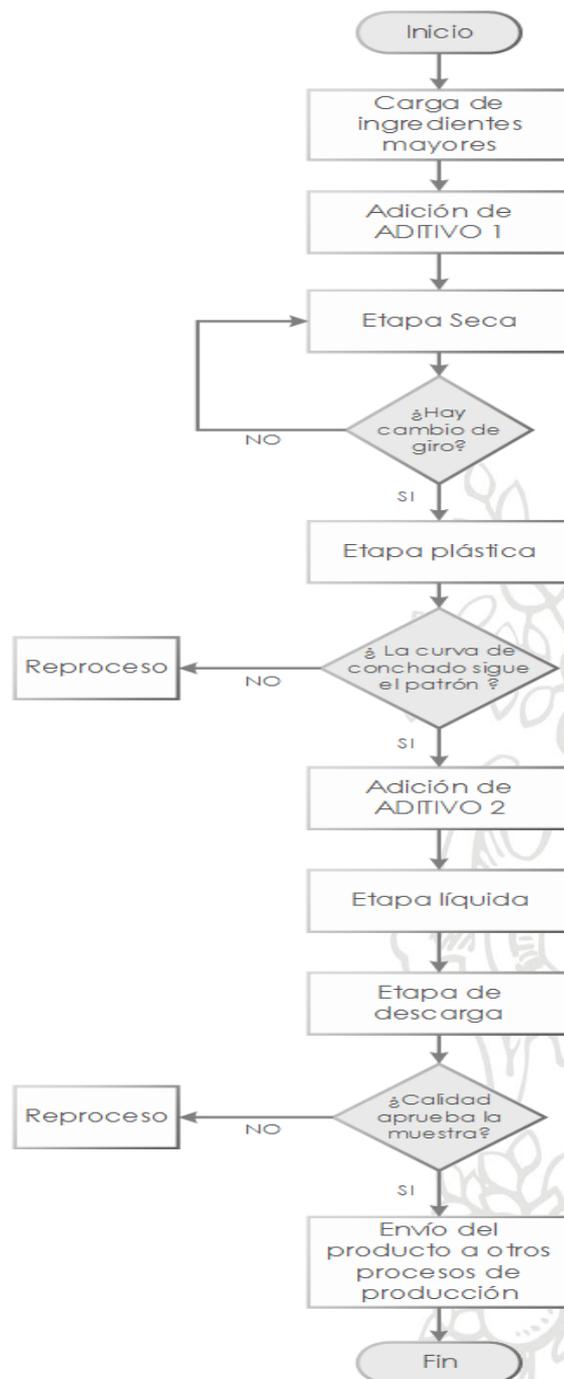


Ilustración 8. Diagrama de flujo actual del proceso de conchado.

Cuando la curva de conchado no se cumple o hay algún rechazo por calidad, el producto es reprocesado y ya no puede seguir el flujo de producción. Por el contrario, deberá ser almacenado para luego usarlo paulatinamente en posteriores procesos de conchado.

5.2 Identificación de riesgos

Desde seguridad y salud en el trabajo se han identificado riesgos que podrían convertirse en incidentes o accidentes al momento del transporte de los microingredientes, puesto que el colaborador lleva ambas manos ocupadas con el producto mientras sube escaleras sin la debida sujeción existiendo el riesgo de caída a diferente nivel; también se han identificado riesgos al momento de la adición a la concha relacionados a golpes, cortaduras o salpicadura del producto ocasionando quemaduras. Además, el cuidado constante de su manipulación por ser sustancias químicas.

Con el objetivo de identificar los riesgos de este proceso se muestra la matriz de riesgos construida por la compañía (Tabla 4) junto con la descripción de la fuente, los controles existentes y una calificación que es resultado de combinar probabilidad e impacto respecto a la valoración de riesgos del Grupo Nutresa (ver Anexo 1).

Tabla 4. Matriz de Riesgos del proceso.

Riesgo	Descripción de la fuente	Controles existentes	Calificación
Accidente laboral - Carga Dinámica	Esfuerzos - Al levantar cargas para adición de microingredientes en las conchas.	-Esencias dentro del peso permitido para su manipulación (25kg en hombres según resolución 2400 de 1979, artículo 392) -Lup ⁵ # 18345 (técnica de levantamiento de Cargas)	Tolerable
Accidente laboral- Carga Dinámica	Esfuerzos - Por desplazamientos con carga al transportar microingredientes desde el cuarto de materias primas hasta las conchas para su adición.	-Mantenimiento preventivo a las carretas manuales. -Pisos en buen estado.	Moderado
Accidente laboral- Locativos	Caídas a diferente nivel en el uso de las escalas de dos huellas o tipo avión para adicionar microingredientes e inspeccionar el proceso productivo	-Control visual (caída a diferente nivel). -Escalera tipo avión en lámina corrugada, con antideslizante, rodapiés, pasamanos y laterales de fijación al piso.	Moderado

⁵ La Lección de Un Punto (LUP) es una herramienta de comunicación, utilizada para la transferencia de conocimientos y habilidades simples o breves con información útil a disposición de todos los interesados.

Accidente laboral-Químico	Reguero de producto por manipulación de productos químicos en la adición de microingredientes en las conchas.	Ducha de emergencia (posible contacto de las esencias con los ojos). -Lup controles genéricos para el riesgo AT-Contacto con sustancias químicas. -Entrenamiento en manipulación de sustancias químicas catalogada en la empresa como una tarea crítica de ejecución cotidiana.	Moderado
---------------------------	---	---	-----------------

Fuente: Gestión Integral de Riesgos SST- CNCH Rionegro

En su mayoría, los controles existentes que se presentan en producción son contruidos por los mismos colaboradores como lecciones aprendidas donde se realizan estándares y se dejan recomendaciones y sugerencias de cómo deben llevarse a cabo ciertas operaciones para reducir y eliminar riesgos.

Debido a que la compañía practica la mejora continua desde la metodología del TPM, se usa la gestión de tarjetas verdes como un sistema de reportes de novedades donde los mismos colaboradores consignan desde averías y novedades técnicas de los equipos hasta anomalías que pueden afectar la seguridad de las personas o de riesgo ambiental, las cuales facilitan llevar un reporte con la descripción de como sucedió el evento y así llevarse un seguimiento del mismo, dar solución y luego guardar un historial de ello.

El reporte de estas tarjetas ha ayudado a identificar información acerca de los acontecimientos más frecuentes presentados durante el desarrollo de esta actividad donde el principal afectado es el preparador de conchas como lo muestra la *Tabla 5*.

Tabla 5. Reporte de tarjetas verdes (2018) en proceso de dosificación microingredientes.

Evento	Numero de ocurrencias en un año
Tarro de aditivo malo	15
Derrame	9
Superficie cortante (riesgo de cortadura)	9
Caída a diferente nivel	4
Corte	3

Fuente: Pilar mejora continua CNCH.

Aunque las afectaciones directas a la persona no son los eventos con mayor frecuencia, el hecho de que un tarro de aditivo este en mal estado o haya un derrame del producto pueden volverse la fuente de un incidente o accidente.

Además de los riesgos asociados a la persona, están los riesgos asociados al producto.

Para esto la compañía dispone de unos indicadores que considera reúnen todos los pilares del funcionamiento desde la mejora continua para dar cumplimiento a ellos. Actualmente el proceso incumple varios de ellos que podrían ser intervenidos y disminuir su nivel de ocurrencias.

- P: Productividad
- Q: Calidad
- C: Costos
- D: Entregas
- S: Seguridad
- M: Motivación

Tabla 6. Desempeño de indicadores del proceso Actual Vs Deseado.

INDICADORES			
PQCDSM	DESCRIPCIÓN	ACTUAL	DESEADO
P	Desplazamiento	Constantes desplazamientos para la dosificación. Mínimo 7 recorridos al día, es decir, 42 recorridos al mes.	Una dosificación automática permite un abastecimiento a tanques de almacenamiento cada dos semanas, con ayuda de una montacarga o sistema volteador de canecas.
Q	Quejas de consumidores	Incorrectas dosificaciones de aditivos que repercuten en el sabor o aspecto del producto (Fat-bloom) que le llega al cliente, reflejándose en quejas.	Eliminar quejas de consumidores a causa de este problema.

	Precisión en la formulación	Posibles imprecisiones en las formulaciones que pueden ocasionar pérdidas de características y/o retrasos en la validación del producto por parte de calidad. Pérdidas de productividad.	Se garantiza más del 98% de la calidad del producto por la precisión en las formulaciones. Aumento de confiabilidad en el producto final.
	Caída de objetos extraños	Mayor manipulación humana, por ende, mayor probabilidad de contaminación de la concha (4 casos en el año 2018).	Eliminación del riesgo.
C	Defectos – Reprocesos	Daño en la curva de conchado que ocasiona reprocesos (mayor cálculo de Kg hora / maquina).	Se garantiza mayor estabilidad en la curva de conchado.
	Generación de residuos	Masa de chocolate no recuperable por caída de objetos extraños.	Eliminación de caída de objetos extraños provenientes de la actividad de dosificación de microingredientes.
S	Esfuerzos al levantar y desplazar microingredientes	Riesgo de enfermedades osteo musculares que bajan el rendimiento de la persona.	Eliminación de riesgos osteomusculares por esfuerzos en manipulación de cargas.
	Manipulación de sustancias químicas	Riesgo de accidente químico con repercusión en la persona (contacto diario con aditivos).	Reducción de la manipulación de los microingredientes (contacto con aditivo una vez cada dos semanas).
	Caída a diferente nivel	Riesgo de accidente laboral por caída a diferente nivel comprometiendo integridad de la persona (actividad diaria recurrente).	Reducción en 90% de movimiento personal en plataformas de conchas.
M	Tarjetas verdes generadas	Registro de tarjetas con novedades en riesgos al personal y al ambiente propias del proceso (54 tarjetas generadas en el 2018).	Reducción en un 80% de generación de tarjetas asociadas a dosificación de microingredientes.

--	--	--	--

Fuente: Reporte de indicadores CNCH.

5.3 Propuesta de automatización del proceso

Como propuesta a la automatización de estos procesos manuales se llevaron a cabo investigaciones junto con el área de Investigación y Desarrollo (I&D) donde se pudo comprobar que los Aditivos 1 y 2 pueden compartir tubería de descarga siempre y cuando se haga un barrido de la tubería. Además, se adelantaron estudios para que el Aditivo 1 llegue en estado líquido y no en escamas como es ahora para que de esa manera ambos aditivos puedan dosificarse en la misma etapa del proceso (plástica-líquida) tal como lo sugieren las investigaciones de I&D.

Como información de apoyo se tiene un proyecto llevado a cabo en el año 2013 donde la dosificación de uno de los emulsionantes invariables en la fabricación del chocolate se acondicionó como un proceso totalmente automático en el que se usó un tanque con calefacción sin agitador y tubería con llegada a cada concha; su dosificación se hace con ayuda de medidores de flujo que ayudan a regular las cantidades exactas con una gran precisión. La alimentación de producto para este tanque se hace con ayuda de un sistema volteador de canecas (ver Anexo 2) que reduce el riesgo de manipulación de cargas y que puede alimentar los tanques en promedio dos veces al mes.

Con ayuda del área de I&D e Ingeniería se estudió la posibilidad de implementar un sistema automático capaz de dosificar ambos aditivos de manera similar por medio de comandos en el PLC, que trae beneficios como:

- Garantizar un sistema automático que disminuya la intervención de mano de obra y de operaciones repetitivas.
- Tener un proceso de dosificación y pesaje de ingredientes menores (microingredientes) confiable, eficiente y de fácil operatividad.
- Llevar a cabo el cumplimiento de la curva de conchado, garantizando que se cumplan las especificaciones de las formulas y cumpliendo requerimientos de las áreas de I&D y calidad.
- Reducir el número de operaciones y desperdicios por la manipulación de bolsas y canecas con aditivos, ya que se contará con almacenamiento por más de una semana.
- Disminuir actividades de traslados realizadas por el auxiliar de producción y el preparador de conchas.
- Eliminar el riesgo de atrapamientos o accidentes.

- Evitar problemas osteomusculares debido a la preparación y suministro de los microingredientes.

De esta manera, el diagrama de recorrido del proceso de adición de aditivos (*Ilustración 9*) cambia radicalmente, pues se eliminan dos de los transportes que se realizaban y ahora no es necesario hacer uso del cuarto de materias primas para el almacenamiento de los productos. Además este procedimiento ya no se haría dos veces al día como se hace actualmente sino unas pocas veces al mes.

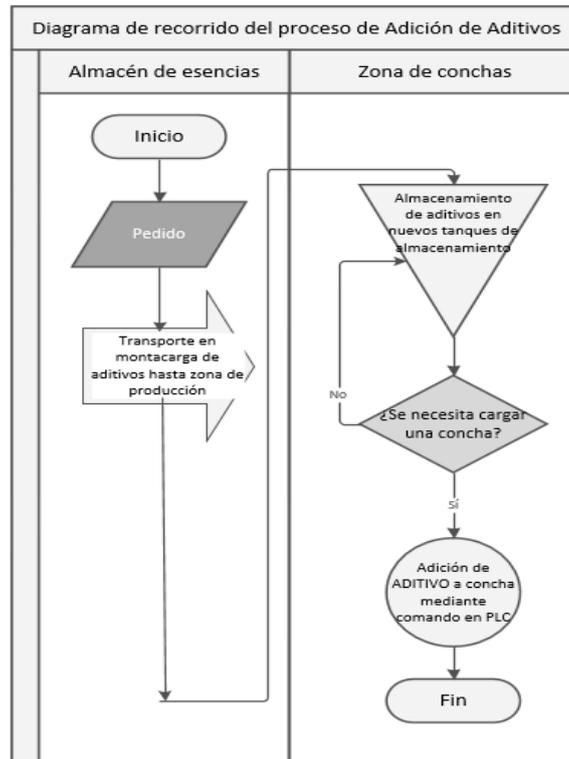


Ilustración 9. Diagrama de recorrido actual del proceso de adición de aditivos

El envío de los aditivos a cada concha se hace de manera automática por medio del PLC donde se regularían las cantidades a enviar según las recetas. El diagrama de flujo de procesos planteado se encuentra en la *Ilustración 10*.

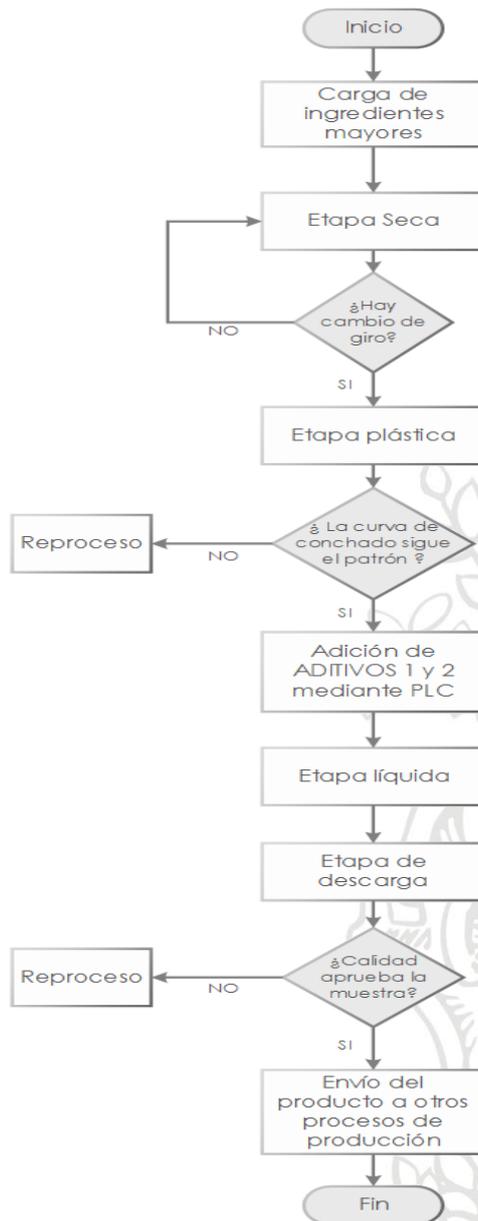


Ilustración 10. Diagrama de flujo propuesto del proceso de conchado.

5.4 Especificaciones técnicas

Este proyecto se evaluó con especificaciones técnicas muy similares al proyecto del año 2013 mencionado anteriormente. En este caso, fue necesario tener en cuenta que para cada aditivo será necesario instalar un tanque de almacenamiento, y que cada uno llevaran temperaturas distintas, pues estarán sujetos a las temperaturas donde el producto garantice la fluidez para viajar por la tubería y teniendo en cuenta sus respectivas características físico-químicas como la viscosidad.

Para que sea posible compartir la misma ruta de tuberías para ambos aditivos fue necesario establecer un sistema de barrido de tuberías tipo PIG-PUSHER (ya usado por la compañía en otros procesos), la cual consiste en un

dispositivo de arrastre (torpedo que se ingresa dentro de la tubería) que deja las tuberías libres de producto. Para que este dispositivo funcione es necesaria una conexión a aire filtrado.

Para este caso, el producto que será arrastrado deberá de retornar al tanque de almacenamiento y de ninguna manera el remanente de este puede llegar a la concha (pues dañaría por completo la formulación y la curva de conchado, resultando en un reproceso o desperdicio).

Es por ello que el proceso de dosificación definido se trata de:

1. Enviar la dosificación del Aditivo 1 mediante el PLC.
2. Realizar barrido de tubería al terminar dosificación del Aditivo 1 de manera que el producto retorne a su tanque.
3. Enviar la dosificación del Aditivo 2 mediante el PLC.
4. Realizar barrido de tubería al terminar dosificación del Aditivo 2 de manera que el producto retorne a su tanque.
5. Garantizar que el circuito de tuberías queden libres de producto.

Para la implementación del sistema automatizado que dosifique cantidades exactas es importante definir:

5.4.1 Diseño del tanque de almacenamiento

Para el Aditivo 1 se requiere tanque con agitador y sistema de calefacción con capacidad de 1200 kg, con el objetivo que la alimentación del tanque se haga dos veces al mes aproximadamente. En caso que se desarrolle junto con el proveedor un aditivo más líquido no será necesario que el tanque tenga agitación (por la naturaleza de su viscosidad).

Para el Aditivo 2 se requiere tanque sin agitador y sistema de calefacción con capacidad de 1200 kg (Es posible tomar planos de tanques ya establecidos por la compañía).

El espacio de instalación entre ambos tanques se definió en 3 metros.

5.4.2 Diseño del sistema de alimentación al tanque

Se definió usar el mismo equipo volteador de canecas existente. Sin embargo, será necesario hacer adecuaciones de su instalación para que sea funcional a los nuevos dos tanques y al tanque que actualmente alimenta.

5.4.3 Selección de la bomba

En cálculos realizados con anterioridad (Pérez, 2017) se definió el uso de una bomba Viking de referencia H124A trabajando a 130RPM y un motor requerido de mínimo 1 HP en acero inoxidable.

Para su cálculo se consideró la siguiente información:

- Caudal máximo de 2GPM.
- Viscosidad máxima de 400cPs (mayor viscosidad de los aditivos: 202cPs).
- Longitud máxima de la línea más larga: 100 metros (la longitud máxima es la llegada a la concha 1 con 70 metros de distancia).
- Diámetro de la tubería de producto de 2 pulgadas.

Es necesario que a la salida de la bomba se instale un filtro imán que garantice la calidad del producto sin limalla o pequeñas partículas metálicas extrañas.

Por seguridad, también se debe instalar un presostato de presión, que funcione como seguridad cuando exista sobrepresión de producto de manera que la bomba no arranque y evitar así que existan revientes en las uniones de tubería.

5.4.4 Diseño de la red de tubería

Las rutas de tuberías que llegaran a cada concha serán encamisadas (tubería recubierta en una de mayor medida para que entre ellas haya circulación de agua caliente permitiendo que el producto no se solidifique y guarde una temperatura ideal) de 3 pulgadas en 2 pulgadas con temperaturas del encamizado entre los 45-50 °C en material sanitario que cumpla normatividad para contacto con alimentos. Los tramos de tuberías instaladas deben ser de máximo 3 metros de longitud y unidas con su debido acople.

Se buscó que las rutas definidas fueran las más cortas en distancia y que a la vez se disminuyeran todo lo posible los codos disminuyendo las pérdidas de carga por fricción⁶, y la bomba encargada de enviar el producto a las conchas sea lo más eficiente posible.

Se debe garantizar que la tubería sea soldada por un soldador calificado y sea purgada (con el objetivo de que la textura interna de

⁶ La pérdida de carga se manifiesta como una disminución de presión en el sentido del flujo. Las pérdidas de carga lineales son aquellas relacionadas por las distancias que recorren el fluido y las paredes de la tubería. También se producen pérdidas de carga singulares en puntos concretos como codos, ramificaciones, reducciones, válvulas, entre otros.

la tubería sea lisa y no se presenten contaminaciones internas o se dificulte el paso del dispositivo PIG-PUSHER).

5.4.5 Selección de los componentes de dosificación

En la llegada a cada concha se contará con electroválvulas que controlaran el paso de los aditivos y por supuesto estarán programados desde el PLC para que el preparador de conchas pueda hacer la dosificación desde un tablero.

En la industria de alimentos, al igual que la farmacéutica la precisión y exactitud son las más importantes. Gracias a la experiencia en la dosificación del Aditivo que funciona desde 2013, inicialmente se considera el uso de medidores de flujo para cada concha (13 medidores de flujo) que se usaran para medir ambos aditivos a la llegada de cada una. Sin embargo, este punto entró en evaluación en la última etapa de revisión de este proyecto y ha quedado desierta la decisión a tomar sobre si usarlos o no. Pues son equipos de mayor cuidado y si en algún momento sufren de inestabilidad o vibraciones por el sistema de barrido pueden afectar la medición y perder su calibración (se contratará un estudio que valide las posibles implicaciones).

En caso que se opte por la instalación de estos medidores se instalarán electroválvulas antes y después de cada uno para controlar la dosificación. Además, estos medidores deberán ser instalados lo más cercano a la concha para evitar acumulación de producto en tubería que afecte las cantidades finales que llegan a la concha.

5.4.6 Diseño del sistema de calentamiento.

Se definió junto con mantenimiento el tanque de agua caliente donde se harán las tomas para proveer de calefacción las camisas (tanque recubierto en una lámina de mayor medida para que entre los espacios haya circulación de agua caliente permitiendo que el producto no se solidifique y guarde una temperatura ideal) de ambos tanques, al igual que se definió el tanque de donde se suministrara la calefacción de las rutas de tuberías, definiendo para ambos sus entradas y retornos. Las temperaturas de estos sistemas de calefacción deben de oscilar entre los 45-50 °C.

5.5 Distribución en planta

Luego de considerar la necesidad del proyecto desde el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo, enmarcado también desde la calidad y el riesgo ambiental, se evaluó el espacio disponible para la instalación de los tanques, rutas de tuberías e instrumentación necesaria para llevar a cabo el proyecto.

Como se mencionó, anteriormente se adelantó un proyecto similar y desde los requerimientos de producción y mantenimiento se decide que los tanques donde se almacenaran ambos aditivos queden junto a este (donde aún queda espacio disponible), usando el mismo sistema de volteador de canecas y facilitar así el control y mantenimiento de los tanques pues sus especificaciones son muy similares entre sí.

De este modo el levantamiento a priori de las líneas de tuberías para llegar a cada concha se hicieron con ayuda de técnicos de mantenimiento de la zona de producción y considerando aspectos importantes de pérdidas por carga y por fricción que puede tenerse si en los tramos de tubería instalados se incluyen muchos codos o por la misma viscosidad del producto.

El lay-out definido se encuentra en la *Ilustración 11*.

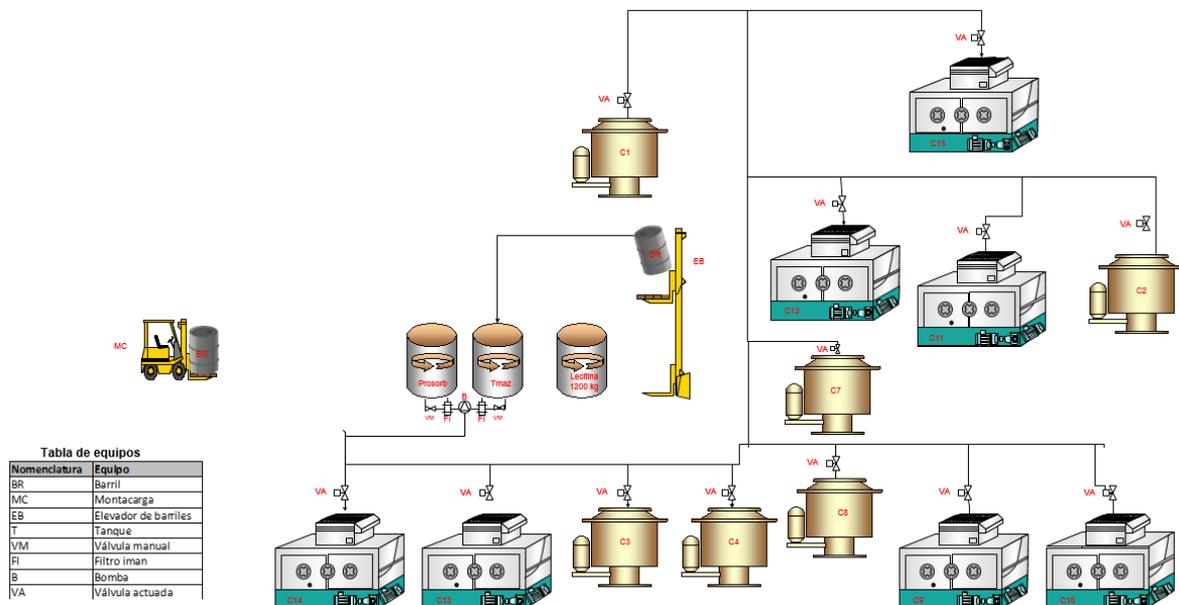


Ilustración 11. Distribución en planta dosificación automática de microingredientes.
Fuente: elaboración propia, archivo CNCH.

6 Resultados y análisis

6.1 Detalle de distribución en 3D

Con ayuda de un proveedor de servicios contratado por la compañía se hizo el levantamiento de la distribución en planta en 3D.

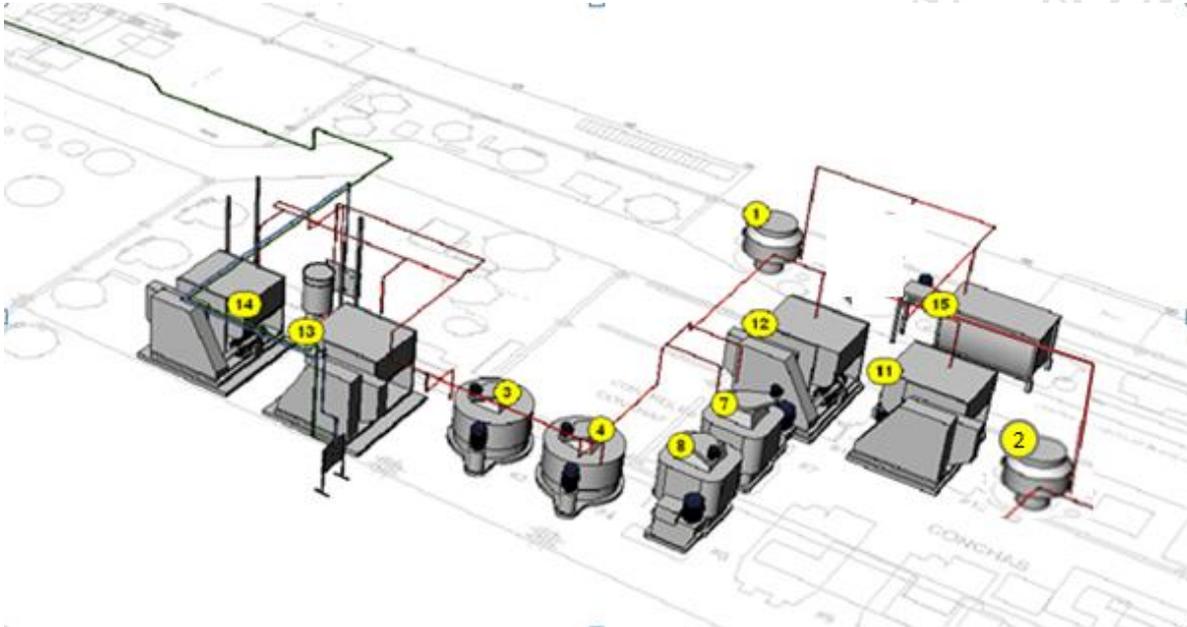


Ilustración 12. Ruta de tuberías en llegada a las conchas.
Fuente: Archivo CNCH.

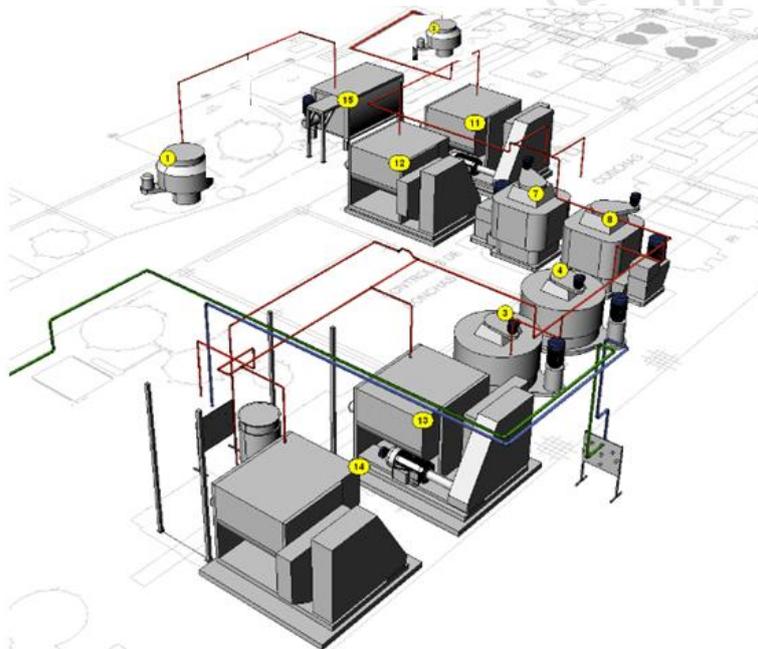


Ilustración 13. Ruta de tuberías en llegada a las conchas.
Fuente: Archivo CNCH.

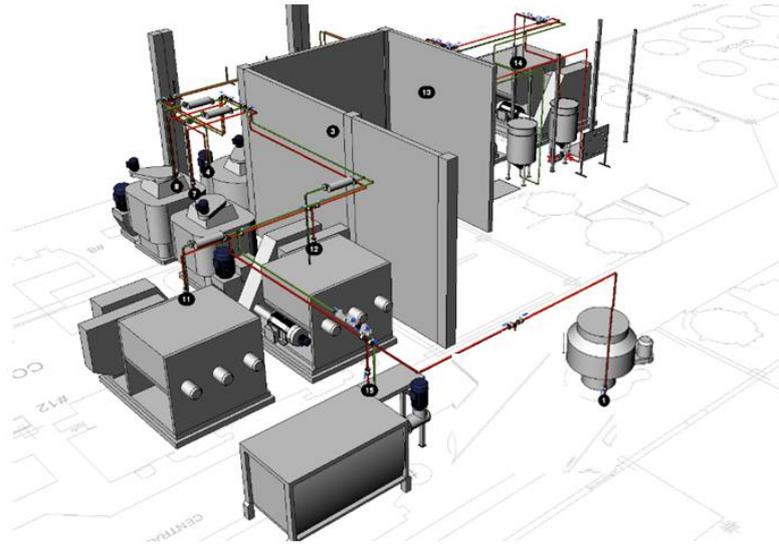


Ilustración 14. Ruta de tuberías en llegada a conchas, vista posterior.
Fuente: Archivo CNCH.

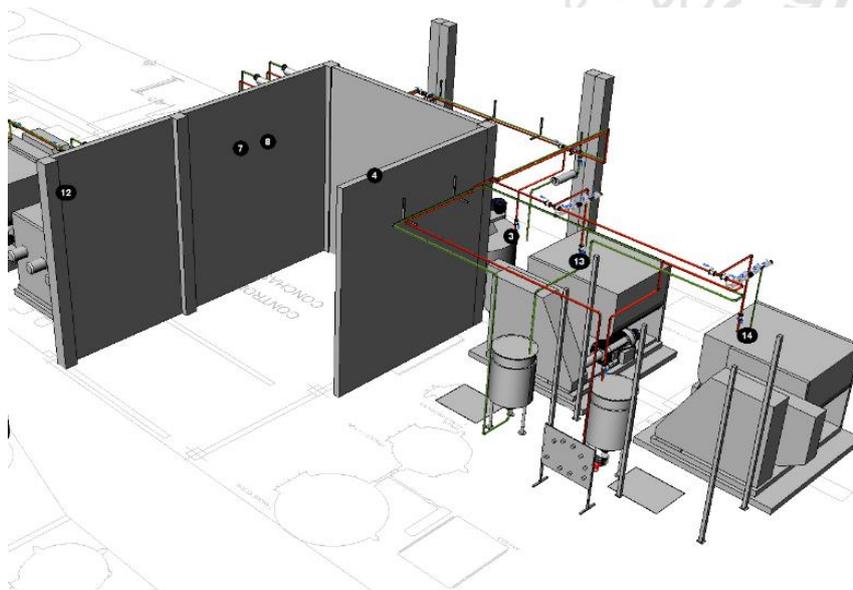


Ilustración 15. Detalle de salida de rutas de tuberías desde tanques de almacenamiento.
Fuente: Archivo CNCH

En el diseño de la distribución se define que es necesario un total de 120 metros de tubería para llegar a todas las conchas.

6.2 Consideraciones y recomendaciones

La instalación de los tanques de almacenamiento y rutas de tuberías deben de realizarse cuando no hay programación de producción. Generalmente estas instalaciones se llevan a cabo los fines de semana y este montaje deberá de realizarse en el transcurso de varios fines de semana. El personal

de la empresa obtiene acompañamiento de personal contratista para realizar los montajes en planta.

En la programación de estos trabajos es fundamental tener en cuenta:

- Tomar todas las precauciones desde seguridad y salud en el trabajo, ya que se realizarán trabajos de alto riesgo en alturas, superficies calientes y energías peligrosas, contando con los debidos permisos avalados por una persona certificada en SST.
- Tomar las precauciones desde riesgos ambientales, pues al hacer intervenciones e instalaciones de tuberías pueden presentarse regueros de agua o producto.
- Realizar todas las manipulaciones para que se cumpla en todo momento con las BPM (las Buenas Prácticas de Manufactura) y seguridad de los alimentos para evitar contaminación de producto o con tuberías aledañas.

Luego de la instalación total del sistema automático será necesario coordinar la programación de todos los dispositivos electrónicos y hacer prueba a cada uno para verificar su funcionamiento, además de ofrecer a todos los involucrados en el proceso capacitación acerca del manual del programa en el PLC y el manual de usuario.

Es indispensable hacer verificaciones mecánicas a la tubería para validar y corregir desajustes que puedan ocasionar fugas y pruebas de barrido con grasa para garantizar inocuidad de la tubería. Además de esperar validaciones por parte de calidad que tanto los tanques y las rutas pueden ser usadas sin inconvenientes.

7 Conclusiones

- El método de dosificación actual de microingredientes a las conchas tiene diferentes riesgos de operación como: caídas a diferente nivel, esfuerzos al levantar y desplazar cargas, disminución de la productividad, reprocesos o desperdicios de producto, poca confiabilidad en la precisión de la formulación y quejas de consumidores, por lo que se hace urgente reducir, evitar y eliminar estos riesgos.
- La distribución en planta propuesta considera las limitaciones de espacio en la zona de producción y valida la importancia de que los tanques a instalar queden cerca al que se tiene actualmente con objetivo de usar el mismo sistema volteador de canecas y no se incurra en otro gasto.

- La ruta de tuberías propuesta se hizo teniendo en cuenta los posibles inconvenientes de pérdida de carga por fricción minimizando así el mayor número de codos y ramificaciones para que la bomba no pierda mucha eficiencia de bombeo.
- La planeación en la instalación de los tanques, dispositivos y tubería es igual de importante que su montaje, por lo que es fundamental considerar todas las recomendaciones cumpliendo siempre los requisitos básicos desde los diferentes sistemas de gestión.
- La presentación de esta propuesta de automatización hará que la intervención humana en el proceso de dosificación sea mínima, y los controles ahora se realicen desde una pantalla de operaciones (PLC).
- La consulta de información sobre aspectos tenidos en cuenta en otros proyectos facilitan la planeación y el cronograma de trabajo en la ejecución de este proyecto.
- El lay-out presentado considera todas las especificaciones técnicas para que el proceso de dosificación de microingredientes quede totalmente automatizado.
- Por decisiones técnicas y administrativas queda pendiente definir que dispositivo de dosificación se usará en caso tal de prescindir de la opción de instalar medidores de flujo; o cuáles serán las acciones a tomar para que el medidor no se vea afectado por las vibraciones ocasionadas al utilizar el sistema de barrido PIG-PUSHER.

8 Referencias Bibliográficas

[1] EMULSIONES. Consultado: septiembre de 2018. Disponible en: http://navarrof.orgfree.com/Docencia/FQaplicada/UT4/UT4_t2.htm

Afoakwa, Emmanuel Ohene. CHOCOLATE SCIENCE AND TECHNOLOGY. Second Edition. Wiley Blackwell ,2016. 550 p. ISBN 978-1-1189-1378-9.

Beckett, Stephen T. THE SCIENCE OF CHOCOLATE. Royal Society of Chemistry, Second Edition 2008. 252 p. ISBN: 978-0-85404-970-7.

Alzate, Liz Katherine, et al. EFECTO DE LA TEMPERATURA DEL CONCHADO SOBRE LOS POLIFENOLES EN UN CHOCOLATE SEMI-AMARGO. En: Alimentos Hoy. Vol. 25, No 41 (2017); p. 31-50.

Dos Santos, Aoyagui, et al. EMULSIFICANTES: SU ACTUACIÓN COMO MODIFICADORES EN EL PROCESO DE CRISTALIZACION DE GRASAS. En: Revista Virtual Pro (2014).

Daneri, Pablo A. PLC: AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL INDUSTRIAL. Editorial Hispano Americana HASA, 2008. 184 p. ISBN 978-950-528-296-8.

Pérez Jiménez, Natalia. AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DE MICROINGREDIENTES PROCESO DE CONCHADO: Compañía Nacional De Chocolates (Tesis/Informe de práctica). 34 p. Universidad de Antioquia, 2018.

¿EN QUÉ SE DIFERENCIAN LOS SISTEMAS DE DOSIFICACIÓN VOLUMÉTRICOS DE LOS GRAVIMÉTRICOS?. Axioma Group S.A.S. Marzo, 2014. Consultado: diciembre de 2018. Disponible en: <http://www.plastico.com/temas/En-que-se-diferencian-los-sistemas-de-dosificacion-volumetricos-de-los-gravimetricos+97156>

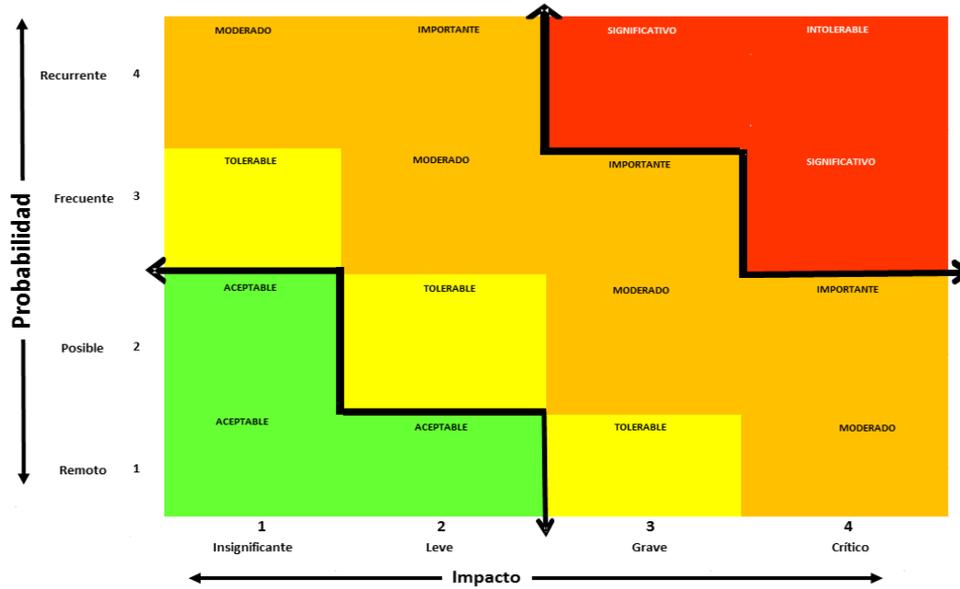
Trueba Jainaga, Jose Ignacio. PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA [versión en línea] España. 2009. Consultado: septiembre de 2018. Disponible en: http://www.uclm.es/area/ing_rural/asignaturaproyectos/tema5.pdf

9 Anexos

Anexo 1. Valoración de riesgos en Grupo Nutresa.

Fuente: Sistema Integrado de Gestión Grupo Nutresa.

Valoración de riesgos GN



Anexo 2. Volteador de canecas. Fuente: Hidráulicos J-R

