

**IMPACTO DE UN PLAN HACCP DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN  
DE AZÚCAR GRANULADA EN UN INGENIO AZUCARERO DEL VALLE DEL  
CAUCA**

**ADELAIDA JARAMILLO LÓPEZ**

**COD. 220111053**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**TULUÁ VALLE**

**2020**

**IMPACTO DE UN PLAN HACCP DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN  
DE AZÚCAR GRANULADA EN UN INGENIO AZUCARERO DEL VALLE DEL  
CAUCA**

**ADELAIDA JARAMILLO LÓPEZ**

**COD. 220111053**

**Documento final de proyecto de grado como requisito para optar por el  
título profesional de Ingeniera Industrial.**

**Directora Trabajo de Grado.  
Mg. Gloria Milena Osorno  
Docente Facultad de Ingeniería UCEVA**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE DEL CAUCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
TULUÁ  
2020**

**Nota de aceptación**

---

---

---

---

---

**Firma del presidente del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

---

**Firma del jurado**

**Tuluá, Septiembre de 2020**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco primeramente a Dios por darme la sabiduría para realizar este trabajo de investigación, por guiarme e iluminarme a cada momento de mi carrera universitaria.

Agradezco a mis padres y familia por apoyarme incondicionalmente en todo este proceso de formación como profesional.

Agradezco a todos los docentes de la UCEVA, por su tiempo y dedicación, compartiendo sus conocimientos, los cuales hicieron de mí la profesional que logro ser hoy.

Agradezco al Ingenio azucarero objeto de estudio y personal de trabajo, quienes contribuyeron con el aporte de la información necesaria para la realización del presente trabajo de grado.

Adelaida Jaramillo López.

## CONTENIDO

1. TÍTULO .....	19
2. INTRODUCCIÓN .....	20
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	22
4. JUSTIFICACIÓN .....	26
5. OBJETIVOS .....	30
5.2 OBJETIVO GENERAL .....	30
5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	30
6. MARCO REFERENCIAL .....	31
6.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN .....	31
6.2 MARCO TEÓRICO .....	35
6.2.1 INOCUIDAD ALIMENTARIA. ....	35
6.2.2 SISTEMA HACCP .....	37
6.2.3 PRELIMINARES Y PRINCIPIOS HACCP .....	38
6.2.4 PROGRAMAS PRE-REQUISITOS (PPR) .....	48
6.2.5 IMPACTO DEL PLAN HACCP. ....	50
6.2.6 USO DE MÉTRICAS E INDICADORES PARA LA GESTIÓN .....	53
6.3 REVISIÓN DE METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE IMPACTO PLAN HACCP .....	55
6.4 MARCO LEGAL .....	62
7. DISEÑO METODOLÓGICO .....	64
7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN. ....	64
7.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	64
7.3 FUENTES DE INFORMACIÓN. ....	67
7.4 POBLACIÓN Y MUESTRA .....	67
7.5 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR GRANULADO. ....	68
7.6 ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE MEDICIÓN DEL IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP. ....	69
7.7 MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP. .....	76

7.8 EVALUACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP .....	77
<b>8. RESULTADOS .....</b>	<b>81</b>
8.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR GRANULADO. ....	81
8.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y EL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR GRANULADA. ....	81
8.1.3 DISEÑO DEL FLUJO DE REPROCESO Y DEVOLUCIÓN.....	90
8.1.4 DISEÑO DE DIAGRAMAS DE FLUJO INCLUYENDO TODAS LAS OPERACIONES CORRECTAMENTE PARA LA FABRICACIÓN DE AZÚCAR GRANULADA. ....	94
8.2 ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE MEDICIÓN DEL IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP. ....	98
8.2.1 IDENTIFICAR VARIABLES DE ESTUDIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE MEDICIÓN DEL IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP. ....	98
8.2.2 DETERMINAR Y DISEÑAR INDICADORES DE LOS PROCESOS DE REPROCESO, DEVOLUCIONES Y PRODUCTO POTENCIALMENTE NO INOCUO.....	101
8.3 MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP. ....	103
8.3.1 DISEÑAR LAS HOJAS DE VIDA DE LOS INDICADORES ESTABLECIDOS DE REPROCESOS, RECLAMOS Y GENERACIÓN DE PRODUCTO POTENCIALMENTE NO INOCUO.....	103
8.3.2 APLICAR LOS INDICADORES DISEÑADOS SEGÚN LOS CRITERIOS DE MEDICIÓN ESTABLECIDOS. ....	114
8.4 EVALUACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.....	125
8.4.1 COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP. ....	125
8.4.2 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.....	130
8.4.2 RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.....	134
<b>9. CONCLUSIONES .....</b>	<b>138</b>
<b>10. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>139</b>
<b>10. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>141</b>

## LISTADO DE TABLAS

Tabla 1. Producción mundial de azúcar. Promedio 2014-2016 .....	27
Tabla 2. Exportación mundial de azúcar. Promedio 2014-2016 .....	28
Tabla 3. Comparativo entre PPR, PPRO y PCC .....	42
Tabla 4. PPR'S en el ingenio azucarero. ....	49
Tabla 5. Revisión de metodologías de medición. ....	56
Tabla 6. Actividades por objetivo específico.....	66
Tabla 7. Personal proceso elaboración azúcar. ....	67
Tabla 8. Listado de diagramas de flujo plan HACCP .....	68
Tabla 9. Plantilla hoja de vida de indicadores propuestos .....	76
Tabla 10. Costo total de la calidad. ....	80
Tabla 11. Requisitos fisicoquímicos azúcar blanco. ....	85
Tabla 12. Requisitos microbiológicos azúcar blanco por métodos de filtración por membrana. ....	85
Tabla 13. Límites máximos permitidos de contaminantes para el azúcar blanco .....	86
Tabla 14. Requisitos fisicoquímicos para el azúcar crudo. ....	86
Tabla 15. Requisitos microbiológicos azúcar crudo por métodos de filtración por membrana. ....	87
Tabla 16. Contenido de metales pesados permitidos.....	88
Tabla 17. Requisitos fisicoquímicos para el azúcar blanco especial.....	88
Tabla 18. Requisitos microbiológicos para el azúcar blanco especial por métodos de filtración por membrana.....	89
Tabla 19. Límites máximos permitidos para contaminantes para el azúcar blanco especial. ....	89
Tabla 20. Causa reproceso en quintales de azúcar (QQ). ....	99
Tabla 21. Número reclamos procedentes. ....	99
Tabla 22. Descripción PCC y PPRO del plan HACCP. ....	100
Tabla 23. Causa generación PPNI. ....	101
Tabla 24. Indicador % reproceso por averías. ....	104
Tabla 25. Indicador % reproceso por regueros. ....	105
Tabla 26. Grupo de indicadores.....	115
Tabla 27. Aplicación ecuación 2, indicador % reproceso respecto de la producción total de azúcar. ....	118
Tabla 28. Aplicación ecuación 4, indicador % PPNI respecto a la producción anual. ....	122
Tabla 29. Costos asociados a consultoría para implementación del plan HACCP. ....	126
Tabla 30. Costos asociados a maquinaria y equipo para la implementación del plan HACCP.....	126
Tabla 31. Costos asociados a mantenimiento maquinaria y equipo.....	127

<b>Tabla 32. Costos asociados a seguimiento y control para la implementación del plan HACCP.....</b>	<b>127</b>
<b>Tabla 33. Costos capacitación personal administrativo para la implementación del plan HACCP. ....</b>	<b>128</b>
<b>Tabla 34. Costos capacitación personal operativo para implementación del plan HACCP.....</b>	<b>128</b>
<b>Tabla 35. Grupo de costos asociados a la implementación del plan HACCP. ....</b>	<b>129</b>
<b>Tabla 36. Costos de inversión, seguimiento y control plan HACCP por año. ....</b>	<b>129</b>
<b>Tabla 37. Meta de indicadores reproceso, PPNI y reclamos.....</b>	<b>130</b>
<b>Tabla 38. Comparativo del costo de reproceso con la implementación del plan HACCP y costo de reproceso sin la implementación del plan HACCP. ....</b>	<b>132</b>
<b>Tabla 39. Comparativo del costo por reclamos con la implementación del plan HACCP y costo de reclamos sin la implementación del plan HACCP. ....</b>	<b>133</b>
<b>Tabla 40. Crecimiento en las ventas luego de la implementación del plan HACCP. ....</b>	<b>134</b>
<b>Tabla 41. Costos e ingresos esperados por implementación plan HACCP..</b>	<b>136</b>
<b>Tabla 42. VAN implementación plan HACCP.....</b>	<b>137</b>



## LISTA DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1. Pirámide de Inocuidad.....</b>	<b>36</b>
<b>Ilustración 2. Sistema HACCP .....</b>	<b>39</b>
<b>Ilustración 3. Árbol de decisión HACCP (PPR, PPRO Y PCC) .....</b>	<b>45</b>
<b>Ilustración 4. Paso de Ciclo Deming a Loop Infinite .....</b>	<b>51</b>
<b>Ilustración 5. Proceso productivo de obtención de azúcar granulada. ....</b>	<b>82</b>
<b>Ilustración 6. Flujograma tratamiento de producto no conforme (reproceso). .....</b>	<b>92</b>
<b>Ilustración 7. Flujograma reclamo producto final. ....</b>	<b>93</b>
<b>Ilustración 8. Nomenclatura diagramas de flujo del proceso productivo. ....</b>	<b>94</b>
<b>Ilustración 9. Diagrama de flujo agua condensada.....</b>	<b>95</b>
<b>Ilustración 10. Diagrama de flujo molienda y extracción de jugo.....</b>	<b>96</b>
<b>Ilustración 11. Diagrama de flujo centrifugación de masas A, B y C. ....</b>	<b>97</b>
<b>Ilustración 12. Tipo de reproceso por año.....</b>	<b>116</b>
<b>Ilustración 13. Reproceso por partículas extrañas. ....</b>	<b>117</b>
<b>Ilustración 14. Reducción del % de azúcar reprocesado año 2015 – 2019. ...</b>	<b>119</b>
<b>Ilustración 15. Causas de reclamos por año. ....</b>	<b>120</b>
<b>Ilustración 16. Número de reclamos procedentes por año. ....</b>	<b>121</b>
<b>Ilustración 17. PPNI generado cada año.....</b>	<b>122</b>
<b>Ilustración 18. Comportamiento anual indicador PPNI respecto a la pn anual. .....</b>	<b>123</b>

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo A. Lista verificación e inspección del plan HACCP. ....</b>	<b>146</b>
<b>Anexo B. Comportamiento de la inflación y tipo de cambio.....</b>	<b>147</b>
<b>Anexo C. Expectativas del mercado sobre la economía en 2019. ....</b>	<b>147</b>
<b>Anexo D. Mercadeo y ventas ingenio azucarero 2018.....</b>	<b>148</b>

## GLOSARIO

**ACCIÓN CORRECTIVA:** acción para eliminar la causa de una no conformidad y para prevenir la recurrencia.

**ACTUALIZACIÓN:** actividad inmediata y/ o planificada para asegurar la aplicación de la información más reciente.

**ALIMENTO:** sustancia, ya sea procesada, semi-procesada o cruda, que se destina para consumo, e incluye bebidas, goma de mascar y cualquier sustancia que se haya utilizado en la fabricación, preparación o tratamiento de “alimentos”, pero no incluye cosméticos ni tabaco o sustancias (ingredientes) solamente como fármacos.

**ALTA DIRECCIÓN:** persona o grupo de personas que dirige o controla una organización al más alto nivel.

**AUDITORIA:** Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener evidencia de auditoria y evaluarla objetivamente para determinar el grado en que se cumplen los criterios de auditoria.

**AZÚCAR:** producto constituido principalmente por cristales de sacarosa obtenido del cocimiento de jugo de la caña de azúcar.

**AZÚCAR BLANCO:** es azúcar que no ha sido sometido a proceso de refinación. Cumple con las especificaciones dadas en la NTC 611.

**AZÚCAR BLANCO ESPECIAL:** azúcar blanco, cuyas especificaciones cumple con la NTC 2085.

**AZÚCAR CRUDO (MORENA):** azúcar constituido esencialmente por cristales sueltos de sacarosa cubiertos por una película de su licor madre original, cuyas especificaciones cumple con la NTC 607.

**AZÚCAR GRANULADO:** azúcar cuyos cristales son de tamaños que oscilan entre 0,2 mm y 0,9 mm. Por lo menos un 95 % de los cristales deben encontrarse dentro de estas dimensiones.

**AZÚCAR REFINADO:** Azúcar obtenido a partir de la fundición de azúcares crudo o blanco y mediante los procedimientos industriales, cuyas especificaciones están dadas en la NTC 778.

**BAGAZO:** Material sólido conformado principalmente por fibra, agua y sólidos solubles que se obtiene de moler la caña en uno o más molinos.

**BPM:** buenas prácticas de manufactura.

**BRIX:** medida de los sólidos disueltos en azúcar, jugo, licor o jarabe utilizando un refractómetro, también conocidos como sólidos secos refractométricos.

**CADENA ALIMENTARIA:** secuencia de etapas en la producción, procesamiento, distribución, almacenamiento, y manipulación de un alimento y sus ingredientes, desde la producción primaria hasta el consumo.

**CAÑA DE AZÚCAR:** gramínea tropical del género *Saccharum officinarum L.*, que tiene un tallo macizo de 2 metros a 5 metros de altura; con un sistema radicular compuesto de un robusto rizoma subterráneo. El tallo acumula un jugo rico en sacarosa y otras sustancias orgánicas e inorgánicas, denominado jugo de caña, la sacarosa es sintetizada por la caña gracias a la energía tomada del sol durante la fotosíntesis con hojas que llegan a alcanzar de dos a cuatro metros de longitud.

**CONFORMIDAD:** cumplimiento de un requisito.

**COMPETENCIA:** Capacidad para aplicar conocimientos y habilidades para lograr los resultados previstos.

**CONTAMINACIÓN:** introducción o incidencia de un contaminante incluyendo un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos en un producto o ambiente de elaboración.

**CORRECCIÓN:** acción para eliminar una no conformidad detectada.

**CRITERIO DE ACCIÓN:** especificación medible u observable para el seguimiento de un PPRO.

**DESEMPEÑO:** resultado medible.

**DIAGRAMA DE FLUJO:** presentación esquemática y sistemática de la secuencia e interacciones de las etapas en el proceso.

**EFICACIA:** medida en que se realizan las actividades planificadas y se logran los resultados planificados.

**HACCP:** análisis de peligros y puntos críticos de control.

**HUMEDAD:** porcentaje de agua contenido en un material.

**INDICADORES:** factor o variable cuantitativa o cualitativa que establece un medio simple y fiable para medir logros, reflejar cambios relacionados con una intervención o para ayudar a evaluar el rendimiento de un actor del desarrollo

**INFORMACIÓN DOCUMENTADA:** información requerida para ser controlada y mantenida por una organización y el medio en el cual está contenida.

**INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS:** seguridad que el alimento no causará un efecto adverso en la salud para el consumidor cuando se prepara y/o se consume de acuerdo con su uso previsto.

**LIMITE CRÍTICO DE CONTROL (LCC):** criterio que separa la aceptabilidad de la inaceptabilidad.

**LOTE:** cantidad definida de un producto producido y/o procesado y/o envasado/embalado bajo las mismas condiciones esencialmente.

**MATERIA EXTRAÑA:** todo material sólido (hojas, raíces, cepas, tierra, ceniza, tallos secos, chulquines, piedras, cogollos, etc.) diferente al tallo limpio de la caña que afecta la calidad del jugo y el proceso de elaboración del azúcar.

**MEDICIÓN:** proceso para determinar un valor.

**MEDIDA:** número o cantidad que registra un valor directamente observable. Todas las medidas se componen de un número, que ofrece magnitud de la medida y una unidad de medida, que da un significado.

**MEDIDA DE CONTROL:** acción o actividad que es esencial para prevenir un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos significativo o reducirlo a un nivel aceptable.

**MEJORA CONTINUA:** actividad recurrente para mejorar el desempeño.

**MÉTRICA O MEDIDA O INDICADOR DE DESEMPEÑO:** termino genérico que abarca la base cuantitativa mediante el cual se establecen los objetivos y se evalúa el rendimiento.

**MIEL FINAL O MELAZA DE CAÑA (MIEL C):** líquido denso y viscoso obtenido de la centrifugación de la masa cocida C y de la cual no es posible recuperar, económicamente, más sacarosa por los métodos usuales.

**NIVEL ACEPTABLE:** nivel de un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos que no se debe exceder en el producto terminado proporcionado por la organización.

**NO CONFORMIDAD:** incumplimiento de un requisito.

**OBJETIVO:** resultado a lograr.

**ORGANIZACIÓN:** persona o grupo de personas que tienen sus propias funciones con responsabilidades, autoridades y relaciones para lograr objetivos.

**PARTE INTERESADA:** persona u organización que puede afectar, verse afectada o percibirse como afectada por una decisión o actividad.

**PELIGRO RELACIONADO CON LA INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS:** peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos, identificado mediante la evaluación de peligros, el cual necesita ser controlado por medidas de control.

**POLARIZACIÓN O POL:** representa el porcentaje de sacarosa aparente contenida en una solución de azúcares determinada por el método polarimétrico, que se fundamenta en la rotación óptica de luz polarizada al pasar por una solución azucarada. El término POL es la abreviatura de la palabra polarización.

**POLÍTICA DE INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS:** intenciones y dirección de una organización como la expresa formalmente su alta dirección.

**PROCESO:** conjunto de actividades interrelacionadas o que interactúan que transforman las entradas en salidas.

**PRODUCTO:** salida que es el resultado de un proceso.

**PRODUCTO TERMINADO:** producto que no se someterá a procesamiento o transformación posterior por parte de la organización.

**PROGRAMA PRERREQUISITO (PPR) <INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS>:** condiciones y actividades básicas que son necesarias dentro de la organización y a lo largo de la cadena alimentaria para mantener la inocuidad de los alimentos.

**PROGRAMA PRERREQUISITO OPERACIONAL (PPRO):** medida de control o combinación de medidas de control aplicadas para prevenir o reducir un peligro significativo relacionado con la inocuidad de los alimentos a un nivel aceptable, y donde el criterio de acción y medición u observación permite el control efectivo del proceso y/o producto.

**PUNTO DE CONTROL CRÍTICO (PCC):** etapa en el proceso en la que se aplican las medidas de control para prevenir o reducir un peligro significativo relacionado con la inocuidad de los alimentos hasta un nivel aceptable, y límites críticos definidos y la medición, permite la aplicación de correcciones.

**PUREZA:** la pureza real representa el contenido de sacarosa expresado como porcentaje de la sustancia seca o el contenido de sólidos disueltos.



**REQUISITO:** necesidad o expectativa establecida, generalmente implícita u obligatoria.

**RIESGO:** efecto de la incertidumbre.

**SACAROSA:** disacárido constituido por la condensación de la fructuosa (levulosa) y la glucosa (dextrosa), que corresponde al compuesto químico  $C_{12}H_{22}O_{11}$ .

**SEGUIMIENTO:** determinación del estado de un sistema, un proceso o una actividad.

**SISTEMA DE GESTIÓN:** conjunto de elementos de una organización interrelacionados o que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos.

**TRAZABILIDAD:** capacidad para seguir la historia aplicación, movimiento y localización de un objeto a través de las etapas especificadas de producción, procesamiento y distribución.

**VALIDACIÓN <INOCUIDAD DE LOS ALIMENTOS>:** obtención de evidencia de que una medida de control (o combinación de medidas de control) serán capaces de controlar eficazmente el peligro significativo relacionado con la inocuidad de los alimentos.

**VERIFICACIÓN:** confirmación, mediante la aportación de evidencia objetiva, que se han cumplido los requisitos especificados.

## RESUMEN

Hoy en día los requerimientos de calidad e inocuidad para las industrias alimentarias, son cada vez más exigentes, lo cual hace que las empresas implementen sistemas de gestión que le permitan ser más competitivas, estar a la vanguardia del mercado, con el fin de garantizar la calidad e inocuidad de sus productos, para satisfacer oportunamente las necesidades de sus clientes.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se realizó un diagnóstico en un ingenio azucarero, limitado en el departamento del Valle del Cauca, a fin de conocer el impacto general que ha tenido la implementación del plan HACCP, el estudio se hizo bajo la metodología de aplicación de indicadores, la cual permite analizar la información disponible de manera cuantitativa, a fin de establecer mecanismos de seguimiento y control a variables que afectan la calidad del proceso.

Esto permite a la empresa establecer estrategias para la reducción de costos ocasionados por reprocesos y reclamos, ya que con el análisis de la información, se tendrá un control gráfico y estadístico de los procesos, además de facilitar la toma de decisiones, al establecer metas de control y seguimiento.

Como resultado del análisis financiero realizado al presente proyecto, mediante la aplicación de la relación costo beneficio, se determina que el Impacto de la implementación del plan HACCP, es positivo en términos económicos a través del tiempo, ya que los beneficios se logran cuantificar con la reducción de fallas de no calidad, además del incremento de ventas por entrar a mercados más exigentes a nivel nacional e internacional.

Palabras clave: HACCP, indicadores, evaluación de impacto, relación costo beneficio.

## **1. TÍTULO**

**IMPACTO DE UN PLAN HACCP DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR GRANULADA EN UN INGENIO AZUCARERO DEL VALLE DEL CAUCA**

## 2. INTRODUCCIÓN

La aplicación del plan HACCP facilita la identificación de amenazas o peligros a los cuales está expuesto el alimento durante su procesamiento, lo cual permite diseñar o aplicar medidas de control, logrando así la eliminación o reducción del peligro a niveles aceptables, a fin de garantizar la inocuidad del alimento según su uso previsto.

El actual trabajo de estudio presenta las siguientes etapas: en la primera se presenta la descripción del proceso productivo de fabricación de azúcar granulada, se detalla el proceso de reproceso y devoluciones de azúcar por condiciones de no calidad, ya que este tipo de variables en estudio representan un sobre costo en la producción de azúcar granulado.

En la segunda parte se establecen los criterios de medición del plan HACCP, para lo cual se identifican variables de estudio, se consulta la información histórica de los últimos 5 años, desde el año 2015 hasta el año 2019, de la cantidad de quintales reprocessados, reclamos presentados por fallas de no calidad y las causas de generación de producto potencialmente no inocuo (PPNI). Con la información obtenida se determinan y diseñan indicadores de medición del proceso de reproceso, reclamos y producto potencialmente no inocuo.

En la tercera etapa se diseñan las diferentes hojas de vida de los indicadores planteados, se aplican los indicadores diseñados a las variables de estudio, según datos históricos, se realiza la clasificación de indicadores de acuerdo a su grupo de procedencia, lo cual permite una fácil interpretación en el análisis de información disponible respecto al comportamiento de los indicadores planteados.

En la cuarta etapa del trabajo en estudio se presenta una evaluación económica de la implementación del plan HACCP, la cual se realiza con la metodología del análisis de Costo Beneficio y se calcula el valor actual neto (VAN).

Por tanto, el objetivo de la investigación fue la evaluación del impacto general del plan HACCP en el proceso de fabricación de azúcar granulada, ya que permite conocer su efectividad y la integración de los diferentes indicadores de producción, calidad e inocuidad, mediante la estandarización de sus mecanismos de seguimiento y control, a lo largo de todas las etapas de producción. Midiendo a su vez beneficios en términos económicos por la reducción de costos de no calidad, además logra una ventaja competitiva en el mercado, lo cual permite su crecimiento al establecer relaciones comerciales con nuevos clientes a nivel nacional e internacional.

### 3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el diario vivir de cualquier persona es indispensable el uso de un producto alimenticio, este llamado “azúcar”, ahora bien, el presente producto tiene beneficios en el cuerpo humano ya que el principal órgano de afectación es el cerebro debido a que proporciona energía a este, lo que conlleva a un alto nivel de concentración, del mismo modo, la industria azucarera se caracteriza por su dinamismo en el mercado mundial, así como sus altos volúmenes de producción, de este modo, para el año 2017 la industria azucarera produjo 2'233.831<sup>1</sup> de toneladas a nivel nacional, por tal motivo, el mejoramiento continuo y control de sus procesos, permite a la compañía crear fidelización y confianza con sus clientes.

Por otra parte, en una industria alimenticia como lo es la azucarera, se debe asegurar al cliente final, que los productos suministrados no afectaran su salud, por tal motivo, es necesario el control de posibles peligros físicos, químicos y biológicos; como lo son las partículas extrañas y microorganismos que se presentan en el proceso productivo, previniendo así su llegada al azúcar granulado, según la FDA entre 1992 a 1997 “se evaluó cerca de 190 casos de objetos extraños duros y filosos en alimentos, incluyendo casos de daño y no daño”<sup>2</sup> esta es una situación muy común en la industria azucarera, puesto que el rango del proceso es muy amplio y existe una gran probabilidad de alojamiento de estos, de este modo, los puntos con mayor probabilidad de asignación en estas circunstancias, se encuentran entre el campo y la fábrica, ya que el campo define la calidad de la materia prima trayendo consigo partículas extrañas y microorganismos que repercuten dentro del proceso productivo, en fábrica por la operación constante de los equipos, el roce metal con metal, reparaciones temporales, desprendimiento de piezas de los equipos,

---

<sup>1</sup> ASOCAÑA. Informe anual 2017-2018. Sd.

<sup>2</sup> FDA. Comité de Evaluación de Riesgos para la salud. 1992 a 1997. Sd.

partículas ferrosas y no ferrosas como varillas y plástico, además de la contaminación química que se puede presentar por la manipulación de sustancias químicas durante el proceso productivo, son las más comunes que afectan la inocuidad alimentaria del producto final, y de igual forma, “el jugo de caña extraído es un medio rico, ideal para la propagación de microorganismos que causen la hidrólisis enzimática de la sacarosa convirtiéndola en sus dos monosacáridos (Glucosa y fructuosa) afectando directamente en el rendimiento de azúcar cristalizada, elevando las perezas en la mieles e incrementando los kilos de miel final”<sup>3</sup>; por tal motivo es en fábrica donde se debe contar con medidas que permitan obtener un producto bajo los parámetros requeridos.

Por condiciones de la operación es inevitable que el material extraño llegue al producto en proceso o producto final, ya que procede de la maquinaria, operario, envase, instalaciones, plagas. Se hace necesario para el ingenio evitar que dicho material extraño llegue al producto final, ya que puede afectar la salud del consumidor; en casos en los cuales se ingiere vidrio, elementos metálicos, partículas de insectos, madera, pueden presentarse lesiones serias en la boca o el aparato digestivo, a nivel de la clavícula y en el centro del pecho, ocasionando atragantamiento, que a su vez puede ocasionar incluso en el peor de los casos la muerte.

El producto también puede verse afectado por una inadecuada manipulación del alimento por parte del personal directo en su fabricación, es decir una contaminación biológica, la cual se puede presentar por falta de higiene del manipulador de alimentos, plagas, inadecuada desinfección de los materiales y equipos en que se procesa el alimento, condiciones que repercuten negativamente en la inocuidad del alimento.

---

<sup>3</sup> RODRÍGUEZ MAGAÑA, Hugo Martín. Análisis HACCP del proceso de elaboración de azúcar y estandarización de la ecología microbiana presente en campo y fábrica en el ingenio quesería del grupo BSM [en línea]. Informe técnico de residencia profesional. Instituto tecnológico de Colima. 2018. p. 5. [Consultado: 2 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/1440/Hugo%20Martin%20Rodriguez%20Informe%20T%C3%A9cnico%20De%20Residencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Contemplando lo mencionado anteriormente, el ingenio azucarero, obtuvo en el año 2018 su certificación en la FSSC 22000 para garantizar la inocuidad de sus productos, ya que se han presentado 44 toneladas para el 2017 y 39 toneladas para el 2018<sup>4</sup> de reproceso debido a la presencia de partículas extrañas en el producto, lo cual a su vez aumenta los costos de producción por reproceso en el azúcar, por tal motivo se percibe la amplia preocupación de la compañía, debido a que su producto es de consumo humano y los estándares que los rigen son muy rigurosos como lo es el CODEX ALIMENTARIUS.

Con el fin de mantener la conformidad del sistema de inocuidad, el ingenio desea saber si la implementación del plan HACCP, que tuvo un costo aproximado de QUINIENTOS TREINTA Y TRES MILLONES NOVECIENTOS CUARENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CUARENTA Y SIETE PESOS (\$533.949.747), está dando resultados satisfactorios en el marco de su proceso productivo, por dicha razón se requiere buscar una metodología que permita medir el impacto que ha tenido desde su implementación; es decir conocer los beneficios que ha aportado tanto a la mejora continua dentro del proceso productivo, como también su influencia en la reducción de costos por no calidad del producto en proceso y producto terminado.

Frente a los aspectos económicos, la implementación de este sistema dentro de las organizaciones ha ocasionado un gran impacto, ya que logra disminuir costos de reproceso, perdidas de materia prima y se reflejan más ingresos al aumentar las ventas, ya que da más seguridad y credibilidad a los consumidores potenciales.

Si bien el ingenio azucarero, cuenta con la certificación FSSC 22000, y realiza el seguimiento a los diferentes indicadores de programas prerrequisitos que soportan el sistema de inocuidad alimentaria para validar su efectividad, no se evidencian

---

<sup>4</sup> INGENIO AZUCARERO. Documento interno "Indicadores de proceso".



estudios previos que logren medir el impacto general del plan HACCP, mediante la integración de indicadores correspondientes a la disminución o aumento de producto por fallas de no calidad, lo cual puede relacionarse de manera directa al implementar un sistema tan robusto como lo es el de aseguramiento de la inocuidad alimentaria, ya que dicho sistema logra establecer una gran cantidad de medidas de control, planes y programas estandarizados que logran mejorar las condiciones de operación del proceso productivo.

Expuesto lo anterior, se indica por la compañía el presente problema, por lo cual surge la siguiente pregunta problema ¿Cómo medir el impacto de la implementación de un plan HACCP en el proceso de fabricación de azúcar granulada en un ingenio azucarero?

## 4. JUSTIFICACIÓN

“Lo que no se mide no se puede controlar y lo que no se controla no se puede mejorar”<sup>5</sup>, por este principio básico de la filosofía del control de la calidad, se hace necesario en todo sistema de gestión, evaluar la eficiencia y eficacia de un modelo propuesto de mejora continua, en este caso se hace necesario evaluar el impacto que ha tenido el plan HACCP en el proceso de fabricación de azúcar de un ingenio azucarero, conocer los beneficios que ha traído consigo dicho plan, a nivel de reducción de costos por disminución en la cantidad del producto que se reprocessa normalmente, al igual que los productos retornados por devoluciones.

“La inocuidad alimentaria es la garantía de que un producto alimenticio no causará daño al consumidor cuando se prepara o es ingerido y según la utilización a la que se destine. La inocuidad es uno de los cuatro grupos básicos de características que junto a las nutricionales, organolépticas y comerciales, componen la calidad de los alimentos”<sup>6</sup>, esto es una gran responsabilidad dentro de cualquier industria, de esta forma, los Sistemas de Gestión de Inocuidad Alimentaria han creado la necesidad de su implementación y certificación dentro de las compañías.

Según Carvajal y la Tabla 1 “Colombia representa el 1,4% de la producción mundial de azúcar y ocupa el puesto 13 en el ranking mundial entre 91 países productores, Solo 10 países concentran el 76% de la producción mundial.”<sup>7</sup>

---

<sup>5</sup> KELVIN, William Thomson. “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”, 1824 – 1907, [Consultado: 2 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <http://seguridad-alimentaria-global.com/fssc-22000.html>

<sup>6</sup> ISOTOOLS. La importancia de la Inocuidad Alimentaria [en línea]. Blog Calidad y Excelencia. 16 enero 2018. párr. 1. 12 mayo 2019. Disponible en internet: <https://www.isotools.org/2018/01/16/la-importancia-la-inocuidad-alimentaria/>

<sup>7</sup> CARVAJAL CUENCA, Alexander. aspectos generales 2017 - 2018 del sector agroindustrial de la caña. [en línea]. Sector agroindustrial de la caña. Junio de 2018. Pag 24. 13 mayo 2018. Disponible en internet: <https://www.asocana.org/modules/documentos/2/234.aspx>

Tabla 1. Producción mundial de azúcar. Promedio 2014-2016

Puesto	País	Promedio 2014 - 2016	Participación	Participación acumulada
1	Brasil	36.253.847	21,4%	21,4%
2	India	26.564.333	15,7%	37,0%
3	Unión Europea	16.280.227	9,6%	46,6%
4	China	10.912.333	6,4%	53,1%
5	Tailandia	10.501.704	6,2%	59,3%
6	Estados Unidos	7.228.333	4,3%	63,5%
7	México	6.068.834	3,6%	67,1%
8	Pakistán	5.339.826	3,1%	70,2%
9	Rusia	5.158.909	3,0%	73,3%
10	Australia	4.700.071	2,8%	76,1%
11	Guatemala	2.872.393	1,7%	77,7%
12	Indonesia	2.418.333	1,4%	79,2%
13	Colombia	2.293.727	1,4%	80,5%
	Otros	33.033.042	19,5%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>169.625.913</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Organización Internacional del Azúcar (OIA). Sugar Year Book (2017)

De igual forma, según Carvajal y la Tabla 2 “Pese a que ocupa el puesto 11 en el ranking mundial de países exportadores, Colombia tiene una participación de sólo el 1,1% en los flujos comerciales. Ocho países son responsables del 76% de las exportaciones.”<sup>8</sup>

---

<sup>8</sup> Ibid.

Tabla 2. Exportación mundial de azúcar. Promedio 2014-2016

Puesto	País	Promedio 2014 - 2016	Participación	Participación acumulada
1	Brasil	25.690.616	42,2%	42,2%
2	Tailandia	7.260.781	11,9%	54,1%
3	Australia	3.889.208	6,4%	60,5%
4	India	2.947.227	4,8%	65,3%
5	Guatemala	2.102.677	3,5%	68,8%
6	México	1.710.228	2,8%	71,6%
7	Emiratos Árabes Unidos	1.703.594	2,8%	74,4%
8	Unión Europea	1.400.720	2,3%	76,7%
9	Cuba	1.026.984	1,7%	78,4%
10	Birmania	977.952	1,6%	80,0%
11	Colombia	679.981	1,1%	81,1%
	Otros	11.528.421	18,9%	100,0%
	<b>Total</b>	<b>60.918.389</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Organización Internacional del Azúcar (OIA)

El ingenio Azucarero cuenta con una gran trayectoria en lo relacionado con la elaboración del azúcar y su exportación a diversos países tales como: USA, Ecuador, Perú, Chile, Haití, China y Alemania. Para mantener estas relaciones estables dentro del mercado extranjero es fundamental cumplir con todas las normas internacionales y a su vez asegurar la protección del consumidor y fortalecer su confianza.

En este orden de ideas, la organización desde el año 2017 viene realizando el proceso de certificación en la FSSC 22000 (Food Safety System Certification), con el objetivo de dar cumplimiento y asegurar los más altos estándares de inocuidad en el procesamiento de la caña de azúcar, así como cumplir con políticas más robustas a nivel internacional de calidad e inocuidad de los alimentos según el codex alimentario. La certificación de esta norma incluye a su vez la ejecución del sistema HACCP la cual da cumplimiento y asegura el control de los peligros que resultan significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria.

Cabe agregar que algunos de los beneficios de la implementación del plan HACCP son: seguridad de que los productos que consumimos son inocuos y los procesos de elaboración son seguros, eficientes y eficaces, reducción de reclamos, devoluciones, reprocesos y rechazos, disminución en los costos y ahorro de recursos, prevención óptima de las enfermedades transmitidas por alimentos, proporciona evidencia de una manipulación segura y eficiente de los alimentos, posicionamiento de la empresa, crece la conciencia del trabajo con calidad entre los empleados, aumento en el nivel de capacitación del personal y aumento en la satisfacción de los clientes.

A continuación, se mencionan otros aportes y beneficios de la presente investigación:

Académicamente logra contribuir al desarrollo investigativo de temas relacionados a las BPM, aplicación de indicadores, medición del impacto en sistemas productivos, mejora continua, análisis costo beneficio y lo concerniente a los sistemas de gestión de calidad e inocuidad alimentaria.

La universidad demuestra que los conocimientos adquiridos por los estudiantes de ingeniería industrial a lo largo de su carrera profesional, pueden ser utilizados ampliamente en proyectos de aplicación en diferentes industrias manufactureras.

A nivel de empresa el ingenio azucarero objeto de estudio, logra conocer el impacto que ha generado la implementación del plan HACCP, en términos medibles y cuantificables en sus procesos productivos y económicos.

## **5. OBJETIVOS**

### **5.2 OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el impacto del plan HACCP en el proceso de fabricación de azúcar granulada, de un ingenio azucarero.

### **5.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diagnosticar el proceso de fabricación de azúcar granulada.
- Establecer criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP.
- Medir el impacto de implementación del plan HACCP a partir de indicadores asociados a los criterios de medición
- Evaluar costo / beneficio de la implementación del plan HACCP

## **6. MARCO REFERENCIAL**

El sector agroalimentario se ha caracterizado en sus últimas décadas por los constantes cambios a los que está sometido, los cuales han sido generados por distintos avances en cuanto a la legislación de nueva normatividad aplicable a lo largo de la cadena alimentaria, las cuales hacen que las exigencias de calidad e inocuidad sean cada vez más altas, con el fin de garantizar la salud y seguridad al consumidor final, es por ende que han surgido variadas investigaciones referente a estudios aplicados en empresas productoras de alimentos que buscan mejorar sus estándares de calidad e inocuidad, ya que se ven en la necesidad de mejorar y mantener sus sistemas de calidad y así estar altamente calificadas por certificaciones nacionales e internacionales para estar a la vanguardia de las exigencias del mercado.

Diferentes empresas del sector agroalimentario en la búsqueda de mejorar la calidad e inocuidad de sus productos han logrado implementar el sistema HACCP de manera eficiente, logrando un impacto positivo en las diferentes etapas del proceso productivo, por ende el presente capítulo presenta una revisión de varios autores en lo concerniente a la temática en estudio, como una contribución para el desarrollo oportuno del presente proyecto.

### **6.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN**

A continuación se presentan investigaciones previas relacionadas con el plan HACCP, el uso de métricas de indicadores para la medición del impacto de implementación de nuevos sistemas en una organización, lo cual permite conocer, sí, luego de los cambios generados por la aplicación de nuevas metodologías de trabajo, se logra generar un valor agregado a las actividades realizadas por la empresa.

Un primer estudio realizado por Fernández sobre el “DISEÑO DE INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS”<sup>9</sup>. Plantea indicadores de control para la gestión de proyectos y que permitan una implementación rápida, indistintamente del tipo de proyecto que sea. El cual trata ampliamente en su estado del arte los diferentes tipos de indicadores y su aplicación en diferentes sistemas productivos, considera las distintas perspectivas de los proyectos a la hora de establecer indicadores para el seguimiento de su desempeño, analiza y valida la aplicación de los indicadores identificados en proyectos reales.

La investigación se enmarca en un amplio estudio y uso de los indicadores en cualquier tipo de proyecto, teniendo en cuenta indicadores económicos – financieros, de control y gestión de la calidad, contempla modelos de excelencia, métricas e indicadores para la gestión de proyectos.

El estudio de Fernández<sup>10</sup>, es pertinente para el proyecto del estudio actual, ya que permite estructurar los diferentes tipos de indicadores, con base en la información disponible del ingenio azucarero, los cuales se pueden aplicar en los diferentes procesos de la organización, con lo cual se espera formular indicadores de tipo económico que representen en dinero los costos de no calidad y el beneficio obtenido a través de la implementación del plan HACCP, indicadores que permitan medir los porcentajes de reproceso, devoluciones y reclamos, respecto a una producción determinada.

Un segundo trabajo corresponde a Céspedes, González, Vargas, quienes realizaron el “DISEÑO DE UN MODELO DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN PARA LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS SANTILLANA S.A”. En este trabajo se

---

<sup>9</sup> FERNÁNDEZ, Guillermo Montero. DISEÑO DE UN MODELO DE INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS”. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, escuela de ingenierías industriales, Departamento de Organización de Empresas y CIM. España. 2016.

<sup>10</sup> Ibid.



manejan diferentes teorías de varios autores respecto a la calidad y sobre los métodos de control que las organizaciones vienen adaptando, también se aborda el modelo propuesto de un sistema de control, seguimiento y medición, el cual a través de indicadores y otras herramientas de control miden la eficacia sugiriendo acciones de mejora.<sup>11</sup>

La investigación se enmarca dentro de un proyecto que crea el diseño de un modelo de seguimiento y medición para lograr la reducción de costos asociados a la no calidad, con el fin de generar mejoras significativas a nivel de las devoluciones por parte de los clientes, reducción de producto no conforme, reproceso y pérdidas económicas en general.<sup>12</sup>

Este trabajo se relaciona con la investigación en curso, ya que presenta un material de instrucción, puesto que utiliza diferentes métodos de control para el seguimiento y medición, haciendo también uso de indicadores, además de ser un estudio aplicado a una empresa de alimentos, lo cual es muy conveniente para la presente investigación ya que esta se realiza en un ingenio azucarero el cual hace parte de la cadena agroalimentaria.

Este estudio demostró la pertinencia de la medición de los costes de no calidad y reproceso, los cuales generan pérdidas económicas a la empresa, de allí la importancia de medirlos con el fin de establecer mejoras. Para el presente proyecto se hace necesario conocer los diferentes costes de no calidad, con el fin de generar indicadores de medición que representen los diferentes costos en los que se incurre cada vez que se genera una cantidad determinada de producto no conforme, reproceso y devoluciones, lo cual ayuda finalmente a realizar un comparativo del

---

<sup>11</sup> CÉSPEDES, Sayra Marcela. GÓNZALEZ, Mónica. VARGAS, Andrea Carolina. Diseño de un modelo de seguimiento y medición para la empresa PRODUCTOS ALIMENTICIOS SANTILLANA S.A. Tesis de especialización. Universidad Sergio Arboleda, escuela de posgrados especialización en Gerencia Integral de la Calidad. Bogotá. 2015.

<sup>12</sup> Ibid.

impacto que ha tenido la implementación del plan HACCP en el ingenio azucarero y como ha afectado los diferentes indicadores del proceso y saber si realmente ha logrado reducir costes de no calidad.

Un tercer estudio de Mosquera, se denomina: “EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PLAN HACCP EN LA LOGÍSTICA Y ABASTECIMIENTO EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE BOGOTÁ”. En este trabajo se presenta la evaluación del impacto e importancia de la implementación y ejecución del plan HACCP, en el cual se concluye la relevancia que tiene la logística en la cadena de abastecimiento y su impacto con la implementación del plan HACCP, el cual busca disminuir costos, ofrecer un mayor servicio, organizar los procesos, ofrecer información integrada, para que haya una óptima calidad y competitividad.<sup>13</sup>

El estudio se enmarca en la evaluación del impacto del plan HACCP, el cual demuestra la pertinencia de su medición, ya que resulta de gran importancia, luego de su implementación conocer los beneficios adquiridos a través de este, los cuales se representan en términos de alta calidad e inocuidad del producto final, además de poderse representar en términos económicos para la empresa.

Este trabajo se relaciona ampliamente con el presente proyecto de estudio, ya que trata el tema principal el cual es medir el impacto del plan HACCP, relacionando la temática de inocuidad, calidad, eficiencia y productividad, lo cual resulta de gran utilidad y representa un punto de partida en la incursión del desarrollo del presente proyecto IMPACTO DEL PLAN HACCP DENTRO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR GRANULADA EN UN INGENIO AZUCARERO DEL VALLE DEL CAUCA.

---

<sup>13</sup> MOSQUERA, Yolanda Lucero. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PLAN HACCP EN LA LOGISTICA Y ABASTECIMIENTO EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE BOGOTÁ. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, especialización Gerencia en Logística Integral. Bogotá. 2014. [online]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11989>

## **6.2 MARCO TEÓRICO**

El presente capítulo está conformado por las principales teorías que hacen parte fundamental del presente proyecto, las cuales representan la importancia de la medición de los sistemas implementados en la organización, con el fin de medir el impacto generado por los cambios en cada una de las etapas del proceso productivo, según la metodología aplicada.

Se presenta secuencialmente el tema en estudio, mediante el cual se describen diferentes conceptos respecto a la calidad e inocuidad de los alimentos, su importancia en el marco de garantizar la seguridad alimentaria al consumidor final y a su vez lograr beneficios económicos para la organización.

### **6.2.1 INOCUIDAD ALIMENTARIA.**

Se describe la inocuidad alimentaria desde el punto en que un producto no causará daño al consumidor, por tal motivo radica la importancia para el ingenio azucarero, la certificación de un sistema que garantice estas condiciones.

Es importante, asumir el funcionamiento general de un Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria, para ello existen instrumentos que permiten tener una guía al momento de implementar un sistema de este tipo, conociendo así los requisitos previos para poder asumir un nivel mayor, como se observa en la Ilustración 1, ahora bien, la presente relación teórica será desglosada, desde lo más alto de la pirámide hasta su base, con el fin de tener un secuencia que permita al lector su entendimiento.

Ilustración 1. Pirámide de Inocuidad



Fuente: adaptado de sistema de gestión grupo 4 iso22000

### 5.1.2 Sistema de Gestión de Inocuidad

El ingenio azucarero motivo de análisis, en miras del mejoramiento en la inocuidad de sus productos, fidelización de los clientes y atracción de nuevos clientes, ha optado por la certificación en la FSSC 22000 (Food Safety System Certification), ya que permite a las organizaciones un control acertado de seguridad alimentaria garantizando la inocuidad del azúcar granulado en este caso.

En secuencia, la FSSC 22000 desarrollada por la Fundación para la Certificación de Seguridad Alimenticia, es considerada la norma más rigurosa en seguridad alimentaria, ya que se encuentra compuesta por la implementación de la ISO 22000 y la ISO/TS 22002-1, según Seguridad Alimentaria Global “incluye tanto los requisitos para un Sistema de Gestión de Inocuidad Alimentaria basado en ISO 22000 y los requisitos para un Programa de Pre-requisitos basado en la – antiguamente- Norma públicamente disponible PAS 220; la cual ha sido publicada

dentro de una especificación técnica de la Norma ISO: ISO/TS 22002-1:2009<sup>14</sup>, además, esta normatividad es reconocida por la Global Food Safety Initiative (GFSI) como un punto de referencia, ya que especifica los requerimientos necesarios que debe cumplir un sistema de gestión para el aseguramiento de la inocuidad.

### **6.2.2 SISTEMA HACCP.**

Definido el Sistema de Gestión de Inocuidad, motivo de certificación, se hace indispensable la identificación de las bases necesarias para su implementación, por ende, se observa que una de ellas es el diseño y la implementación de un Sistema HACCP o por sus siglas en inglés Hazard Analysis Critical Control Points, estipulada en el capítulo 7 (planeación y realización productos inocuos) en el inciso 7.3 al 7.7 (Análisis de peligros y HACCP) de la norma ISO 22000<sup>15</sup>, a través de un plan formal. Se define así HACCP como “un procedimiento que tiene como propósito mejorar la inocuidad de los alimentos ayudando a evitar que peligros microbiológicos o de cualquier otro tipo pongan en riesgo la salud del consumidor”<sup>16</sup>, es decir, que su objetivo principal es brindar un control sobre los peligros adyacentes en el proceso, estableciendo medidas de control en puntos críticos o estratégicos.

Los requerimientos HACCP, se convirtieron en una necesidad dentro las industrias al incurrir en el uso obligatorio de medidas preventivas adecuadas para los problemas provenientes de microorganismos patógenos o de cualquier índole, en los productos alimenticios, por tal motivo, se analiza la cadena productiva desde su

---

<sup>14</sup> ¿Qué es FSSC 22000? [en línea]. Seguridad Alimentaria Global. Eden Prairie 2018. párr. 7. [Consultado: 2 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <http://seguridad-alimentaria-global.com/fssc-22000.html>

<sup>15</sup> NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC-ISO 22000. Sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos, requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria [en línea]. 2005. p. 28-34. [Consultado: 2 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <http://www.biotropico.com/web/download/Reglamentos/NTC-ISO%2022000.pdf>

<sup>16</sup> CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLEZ GÓMEZ, Daniel. NORMAS HACCP Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control [en línea]. Argentina, S.D. p. 3. [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: [http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11\\_normas\\_haccp.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11_normas_haccp.pdf)

inicio hasta su final, desde las materias primas, hasta su distribución final. En este orden de ideas, un Sistema HACCP tiene como fortalezas:

- Es un planteamiento sistemático para la identificación, valoración y control de los riesgos<sup>17</sup>.
- Evita las múltiples debilidades inherentes al enfoque de la inspección que tiene como principal inconveniente la total confianza en el análisis microbiológico para detectar riesgos, necesitando de mucho tiempo para obtener resultados<sup>18</sup>
- Ayuda a establecer prioridades<sup>19</sup>
- Permite planificar cómo evitar problemas en vez de esperar que ocurran para controlarlos<sup>20</sup>
- Elimina el empleo inútil de recursos en consideraciones extrañas y superfluas al dirigir directamente la atención al control de los factores clave que intervienen en la sanidad y en la calidad en toda la cadena alimentaria, resultando más favorables las relaciones costos / beneficios<sup>21</sup>.

### **6.2.3 PRELIMINARES Y PRINCIPIOS HACCP.**

Aunada la situación, el diseño de un Plan HACCP se encuentra guiado en actividades preliminares y principios fundamentales, por tal motivo se muestran a continuación en la Ilustración 2:

---

<sup>17</sup> Ibid., p. 5.

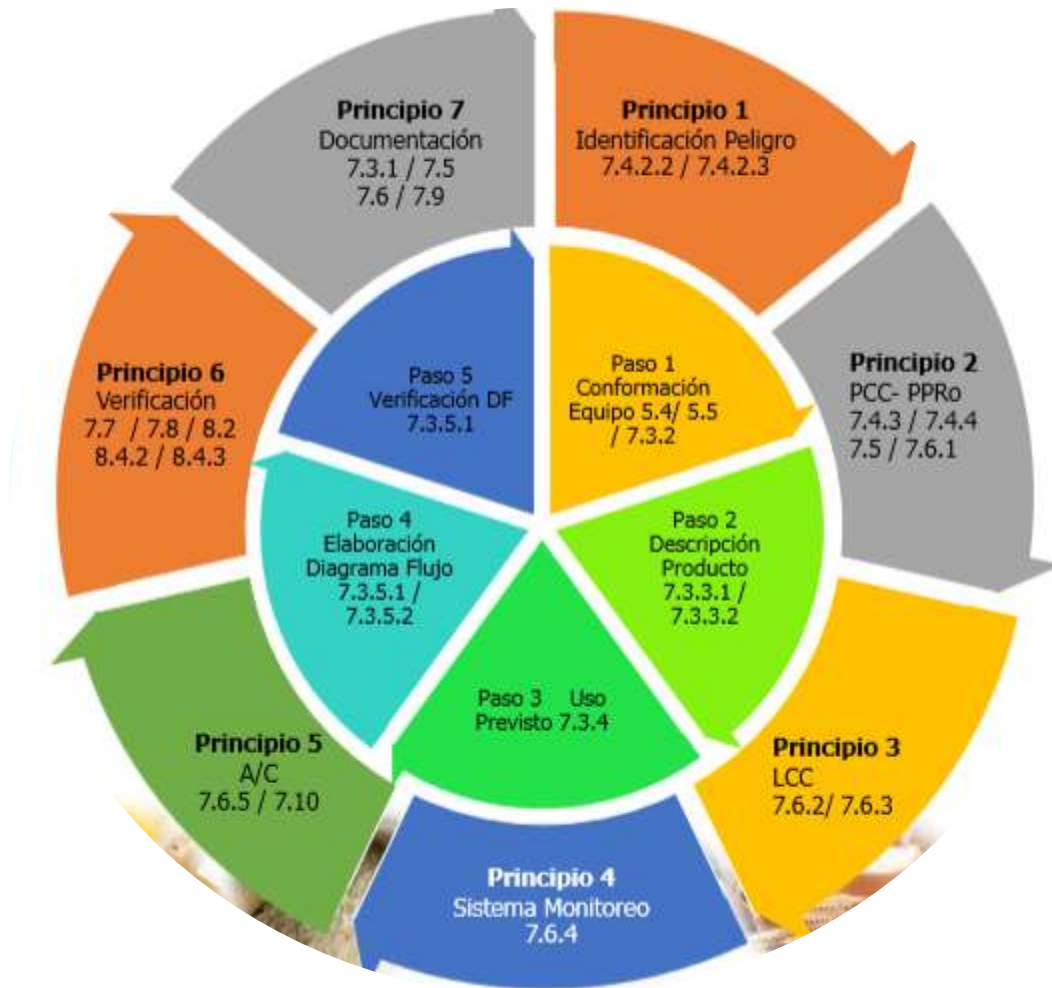
<sup>18</sup> Ibid.

<sup>19</sup> Ibid.

<sup>20</sup> Ibid.

<sup>21</sup> Ibid.

Ilustración 2. Sistema HACCP



Fuente: SEGE

- Preliminares

Paso 1 - Conformación de Equipo de la Inocuidad de los Alimentos (EIA): dado el compromiso adquirido por la compañía de asumir el proceso de implementación HACCP, se hace necesario definir la conformación del equipo que será responsable de elaborar y ejecutar el sistema y de realizar su implementación, así como de dar

seguimiento. Habitualmente se encuentra integrado por el personal de varias áreas y coordinado por una persona capacitada en el tema.

Paso 2 - Descripción del producto: se debe describir el producto en forma completa, por lo cual, deberá incluir:

- ✓ “Composición (materias primas, ingredientes, adictivos, etc.)
- ✓ Estructura y características físicas y químicas (sólido, líquido, gel, emulsión, aw, ph, etc.)
- ✓ Tecnología de procesos (cocción, congelamiento, secado, salazón, ahumado, etc.)
- ✓ Envasado (hermético, al vacío, en atmosfera controlada, etc.)
- ✓ Condiciones de almacenamiento y sistemas de distribución.
- ✓ Recomendaciones de conservación y uso.
- ✓ Período de vida útil.
- ✓ Establecimiento y adopción de criterios microbiológicos”<sup>22</sup>

Paso 3 - Uso previsto: el EIA deberá detallar el uso normal o previsto que el consumidor final realizará del producto final y cuál será el foco de consumo destinado.

Paso 4 – Elaboración Diagrama de Flujo (DF): tiene como propósito proporcionar una descripción sencilla y clara de todas las actividades dentro del proceso productivo, por tal motivo, cubre todas las etapas del proceso, así como los factores de afectación de sanidad y estabilidad del producto.

---

<sup>22</sup> Ibid., p. 7.



Paso 5 – Verificación DF: el EIA debe comprobar durante las horas de producción, que el DF, se ajuste a la realidad, realizando así las modificaciones pertinentes.

- Principios HACCP

Principio 1 – Identificación de los peligros: consiste en la identificación de los posibles peligros, en todas las etapas de la cadena productiva que puedan relacionarse con el producto, así como evaluar la importancia de cada peligro considerando la probabilidad de ocurrencia (P) y su severidad (S) como se muestra a continuación.

Ecuación 1. Riesgo de un peligro

$$\text{RIESGO}=\text{PxS}$$

Fuente: OHSAS 18001

De esto modo, los pasos para realizar el análisis de los peligros son:

- ✓ “Identificación del peligro
- ✓ Determinación de las fuentes de contaminación
- ✓ Influencia del proceso tecnológico
- ✓ Evaluación de los peligros”<sup>23</sup>

En este orden de ideas, los principios mencionados, arrojan como evidencia una lista de peligros potenciales, que pueden introducirse, incrementarse o controlarse en cada etapa del proceso. Ahora bien, es primordial conocer las clases de peligro existentes, entre estas se encuentra, peligros biológicos, físicos y químicos.

---

<sup>23</sup> Ibid., p. 9.

Principio 2 – Determinar los Puntos Críticos de Control (PCC) y los Programa Pre-requisito Operacional (PPRo): en este orden de ideas, posteriormente a la identificación y análisis de los peligros considerados de mayor importancia en función de su probabilidad y severidad “podrán pasar por la herramienta denominada “árbol de decisión”. En el mismo se determinará si el peligro es un PPRo o un PCC”<sup>24</sup>, de esta forma es necesario conocer la definición de un PCC, pues bien según Global STD es una “etapa en el proceso en la cual puede aplicarse un control el cual es esencial para prevenir o eliminar un peligro para la inocuidad de los alimentos, o para reducirlo a un nivel aceptable”<sup>25</sup> al igual que un PPRo según Global STD son “condiciones y actividades básicas que son necesarias para mantener un ambiente higiénico a lo largo de la cadena alimenticia, idóneas para la producción, manejo y provisión de productos inocuos para el consumo humano”<sup>26</sup>, la diferencia de estos dos conceptos junto a los programas pre-requisitos (PPR) es un tema de estudio por muchos expertos, pues a simple vista son símiles, es por eso que posee gran importancia el establecimiento comparativo de estos como se muestra a continuación en la Tabla 3:

Tabla 3. Comparativo entre PPR, PPRO y PCC

<b>TIPO DE MEDIDA DE CONTROL</b>	<b>PPR</b>	<b>PPRO</b>	<b>PCC</b>
<b>ÁMBITO DE APLICACIÓN</b>	Medidas relacionadas con la creación del entorno necesario para una alimentación segura: medidas que	Medidas relativas al medio ambiente y/o al producto (o combinación de medidas) para evitar la contaminación o para evitar, eliminar o bien reducir los	

<sup>24</sup> ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE TOSTADORES DE CAFÉ. Guía APPCC en el sector de café tostado [en línea]. Madrid, España. S.D. p. 9. [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: [http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/gestion\\_riesgos/GUIA\\_APPCC\\_DEFINITIVA\\_JULIO\\_2016.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/GUIA_APPCC_DEFINITIVA_JULIO_2016.pdf)

<sup>25</sup> GLOBAL STD CERTIFICATION. Diferencia entre PPR, PPRO & PCC [en línea]. S.D. p. 8. [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <https://www.globalstd.com/pdf/presentaciones/webinar-diferencias-ppr-ppro-pcc.pdf>

<sup>26</sup> Ibid., p. 9.

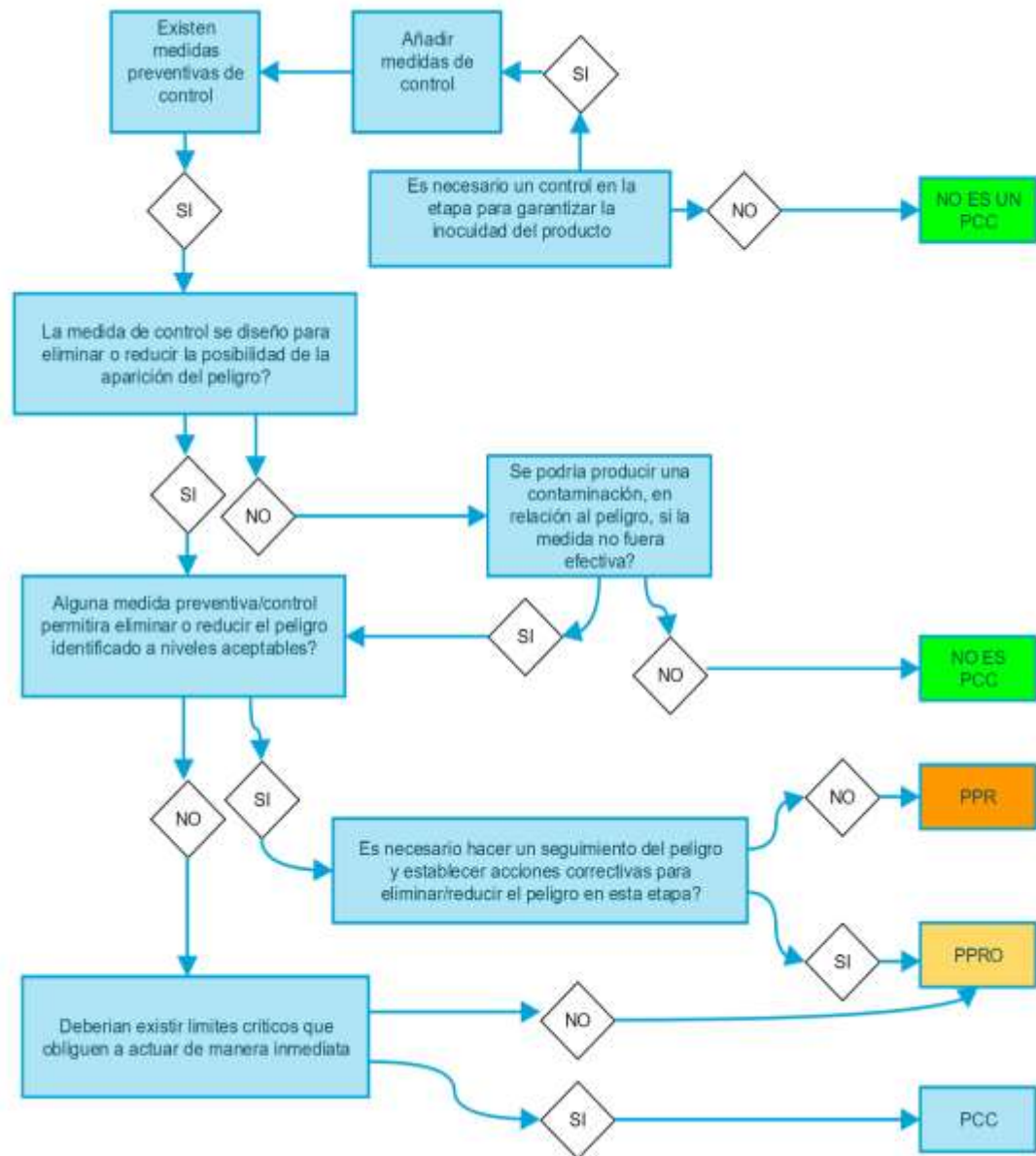
	afectan a la idoneidad y la seguridad alimentaria	peligros a un límite aceptable en el producto final. Estas medidas se aplican tras la aplicación de los PPR		
RELACIÓN CON LOS PELIGROS	No específico de ningún peligro	Específico de cada peligro o grupo de peligros.		
DETERMINACIÓN	Elaboración basada en: <ul style="list-style-type: none"> <li>→ Experiencia</li> <li>→ Documentos de referencia (guías, publicaciones científicas, etc.).</li> <li>→ Peligros o análisis de peligros</li> </ul>	Basándose en el análisis de peligros y teniendo en cuenta los PPR. Los PCC y los PPRO son específicos de un producto y/o proceso.		
VALIDACIÓN	No necesariamente efectuada.	Es preciso validar (en muchos casos, las guías de buenas prácticas proporcionan orientaciones sobre una metodología de validación u ofrecen material de validación preparado para su utilización)		
CRITERIOS	/	<table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%;">Criterios medibles u observables</td> <td style="width: 50%;">Límite crítico medible</td> </tr> </table>	Criterios medibles u observables	Límite crítico medible
Criterios medibles u observables	Límite crítico medible			
VIGILANCIA	Cuando sea pertinente y factible.	Vigilancia de la aplicación de las medidas de control: habitualmente registrada.		

<p>PÉRDIDA DE CONTROL: CORRECCIONES Y MEDIDAS CORRECTIVAS</p>	<p>Medidas correctivas y/o correcciones sobre la aplicación de los PPR en su caso.</p>	<p>Medidas correctivas del proceso, posibles correcciones del producto (caso por caso) Conservación de registros</p>	<p>Correcciones preestablecidas en el producto, posibles medidas correctivas del proceso Conservación de registros</p>
<p>VERIFICACIÓN</p>	<p>Verificación planificada de la aplicación</p>	<p>Verificación planificada de la aplicación, verificación del cumplimiento del control de riesgos previstos.</p>	

Fuente: adaptado de TEINCO

En consecuencia, se describe el árbol de decisiones para la selección pertinente entre un PPRO y un PCC, como se muestra en la Ilustración 3.

Ilustración 3. Árbol de decisión HACCP (PPR, PPRO Y PCC)



Fuente: adaptado de ATTLL

Principio 3 – Establecer Límites Críticos de Control (LCC): son criterios que permiten distinguir entre lo aceptable y lo no aceptable, se resaltan dos características

importantes, deben ser medibles y se debe documentar los motivos para la elección. En general, los LCC, se establecen bajo guías como normas, características de diseño de equipos, etc.

Principio 4 – Sistema de Monitoreo: por lo cual, los métodos y frecuencia de monitoreo deberán ser tal forma que permitan determinar cuando los LCC hayan sido excedidos y que haya tiempo suficiente para aislar el producto no conforme antes de que sea usado o consumido, este sistema deberá constar de procedimientos, instrucciones y registros adecuados que incluyan:

- ✓ “Mediciones u observaciones que arrojen resultados dentro de un marco de tiempo adecuado
- ✓ Los dispositivos de monitoreo
- ✓ Métodos de calibración aplicables
- ✓ La frecuencia del monitoreo
- ✓ La asignación de responsabilidades y autoridad para evaluar los resultados del monitoreo
- ✓ Requisitos y métodos de reporte y registro”<sup>27</sup>

Principio 5 – Correcciones y Acciones Correctivas: se establecen cuando los resultados del seguimiento superan los LCC, las correcciones planificadas y las acciones correctivas a realizar de presentarse este caso, deben especificar en el plan HACCP. Las acciones deberán asegurar la identificación de la causa de no conformidad, ¿qué parámetros controlados en el PCC se ponen de nuevo bajo control? y ¿qué se previene?

---

<sup>27</sup> SERVICIOS EFICIENTES DE GESTIÓN EMPRESARIAL (SEGE). FSSC 22000 Modelo de Gestión de Seguridad Alimentaria [en línea]. S.D. p. 30. [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Documento exclusivo consumer.

Principio 6 – Verificación: la implementación de procedimientos para la verificación, que aseguren que el sistema HACCP esté bajo funcionamiento de forma correcta, para este punto, se debe definir el propósito, el método, la frecuencia y responsabilidades actividades de verificación, por tal deberán confirmar:

- ✓ “Los PPR han sido implementados
- ✓ La información para el análisis de peligros está siendo actualizada continuamente
- ✓ Los PPR operativos y los elementos contenidos dentro del plan HACCP están implementados y son efectivos
- ✓ Los niveles de peligro están dentro de los niveles aceptables que se identificaron
- ✓ Los demás procedimientos requeridos por la compañía están establecidos y son efectivos”<sup>28</sup>

Principio 7 – Documentación y registro: “establecer un sistema documental de registros y archivo apropiado que se origina en la implantación del sistema HACCP. Los archivos contendrán documentos permanentes y registros activos”<sup>29</sup>. Al menos deberán archivarse y estar disponibles los siguientes documentos permanentes:

Documentos de apoyo<sup>30</sup>:

- ✓ Lista del equipo HACCP y sus responsabilidades
- ✓ Resumen de los pasos preliminares en el desarrollo del plan HACCP
- ✓ Análisis de peligros
- ✓ Determinación de los PCC

---

<sup>28</sup> Ibid., p. 32.

<sup>29</sup> CARRO PAZ; GONZÁLEZ GÓMEZ, Op. cit., p. 14.

<sup>30</sup> Ibid.

- ✓ Programas pre-requisitos (PPR)
- ✓ Programas de capacitación

Registros activos<sup>31</sup>:

- ✓ Registro de monitores de PCC donde se demuestre el control de los mismos
- ✓ Registro de acción correctiva
- ✓ Registro de actividades de verificación

#### **6.2.4 PROGRAMAS PRE-REQUISITOS (PPR)**

Acorde la Ilustración 1, se observa, que es necesario contar con los PPRs como base fundamental para la implementación de un sistema HACCP, en este orden de ideas, según ICONTEC los programas pre-requisitos (PPRs) se definen como “las condiciones y actividades básicas que son necesarias para mantener a lo largo de toda la cadena alimentaria un ambiente higiénico apropiado para la producción, manipulación y provisión de productos terminados inocuos y alimentos inocuos para el consumo humano”<sup>32</sup>.

Actualmente el Ingenio azucarero, cuenta con 22 programas pre-requisitos bajo la norma ISO 22002-1, a continuación se enumeran en la Tabla 4:

---

<sup>31</sup> Ibid.

<sup>32</sup> ICONTEC. NTC-ISO 22000 Sistemas de Gestión de Inocuidad de los Alimentos [en línea]. 18 p. (26 de septiembre de 2005). [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <http://www.biotropico.com/web/download/Reglamentos/NTC-ISO%2022000.pdf>



Tabla 4. PPR'S en el ingenio azucarero.

<b>PROGRAMAS PRE-REQUISITOS EN EL INGENIO AZUCARERO</b>	
1.	Requisitos legales
2.	Sanitización (Limpieza y desinfección)
3.	Gestión suministros (materiales comprados y evaluación de proveedores)
4.	Trazabilidad y recall
5.	Almacenamiento y despacho
6.	Control Contratistas
7.	Rotulado
8.	Buenas Practicas Higiénicas
9.	Reproceso
10.	Prevención del Fraude Alimentario
11.	Microbiología y control de alérgenos
12.	Agua potable y agua apta
13.	Servicios (vapor, energía, aire comprimido, ambiente, ingrediente y ventilación)
14.	Infraestructura y equipo (Diseño Sanitario, mantenimiento y roce metal metal) _ (áreas preliminares)
15.	Infraestructura y equipo (Diseño Sanitario, mantenimiento y roce metal metal) _ (áreas controladas)
16.	Control de material extraño vidrio y plástico duro, iluminación
17.	Manejo de sustancias químicas
18.	Seguridad y salud en el trabajo
19.	Biodefensa de los alimentos
20.	Manejo integrado de plagas
21.	Residuos sólidos
22.	Aguas residuales

Fuente: documento interno

## 6.2.5 IMPACTO DEL PLAN HACCP.

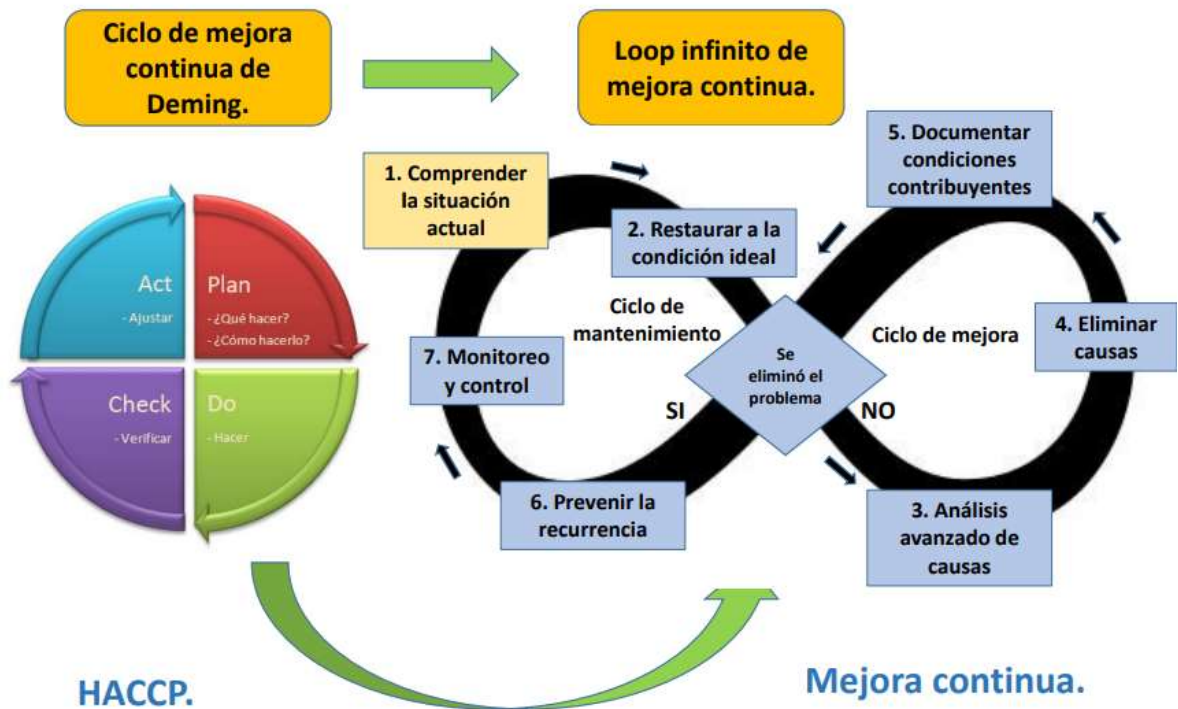
Durante muchos años, se ha pensado que es suficiente la implementación de un sistema de inocuidad para garantizar la inocuidad de los productos, sin embargo, según Keener “hay dos razones principales por las que fallan los planes: Que los niveles gerenciales se desentiendan del sistema, y un inadecuado entrenamiento de los equipos encargados del desarrollo, implementación y mantenimiento del plan de seguridad alimentaria”<sup>33</sup>, por tal motivo, se observa así la importancia de realizar mediciones para conocer el verdadero impacto del plan, de igual forma, bajo el relacionamiento teórico brindado por Keener, se concluye que hoy por hoy un “sistema de inocuidad basado en el ciclo Deming no es suficiente”<sup>34</sup>, de este modo, se observa el sistema HACCP tiene como fundamento teórico este, por tal motivo surge la pregunta ¿Qué metodología elimina el factor de fallo de implementación de un plan HACCP?, la respuesta a esta pregunta, surge desde un concepto nuevo dentro de los académicos, fundamentado en el pensamiento de Lean Manufacturing y es llamado el ciclo infinito de mejora continua o loop infinite, de esta forma se pasa de la prevención de los defectos a la predicción de los mismos, garantizando así un impacto beneficioso para la compañía y que justifica la inversión requerida, a continuación se relaciona el paso del ciclo Deming al ciclo infinito de mejora continua en la Ilustración 4.

---

<sup>33</sup> KEENER. Newsletter Food Safety Connect. Diciembre 2000-Junio 2001. [Consultado: 5 de febrero de 2019]

<sup>34</sup> Ibid., párr. 5.

Ilustración 4. Paso de Ciclo Deming a Loop Infinite



Fuente: Newsletter Food Safety Connect

De esta forma, la relación de la medición del impacto, se realiza para conocer distintos beneficios como: la correcta implementación del sistema, el conocimiento de los resultados esperados versus los reales mediante el uso de indicadores del proceso como los reprocesos, devoluciones, productos no inocuos, desviaciones de parámetros y la disminución de los costos. De igual forma, toda organización industrial tiene como fin el conocimiento de los resultados dependientes de un sistema de inocuidad puesto que el uso de su recurso más precioso está en juego "el dinero". Ahora bien, una metodología brindada para la evaluación del impacto de cualquier índole en un proceso productivo es la relación costo y beneficio, está estable bajo condiciones de un sistema de inocuidad, que los beneficios adyacentes son aquellos costos de no calidad encontrados antes de la implementación del sistema comparables con el costo de su implementación, por tal motivo, se debe

listar los indicadores relevantes y medibles dentro de la compañía se asumen así los siguientes:

Ecuación 2. Indicador % reproceso

$$\% \text{ Reproceso} = \frac{\text{Cantidad de reproceso (Quintales)}}{\text{Producción total (Quintales)}}$$

Fuente: Adaptado de Ingenio Azucarero Informe de Gestión

El indicador de la ecuación 2, representa cuantitativamente el % de reproceso que se genera respecto a la producción total de azúcar granulada.

Ecuación 3. Indicador Número de reclamos por año

$$\text{Número de Reclamo} * \text{año} = \# \text{ Reclamos} * \text{Año}$$

Fuente: Adaptado de Ingenio Azucarero Informe de Gestión

El indicador de la ecuación 3, representa la cantidad de reclamos que se presentan durante un año.

Ecuación 4. Indicador % PPNI

$$\% \text{ Producto Potencialmente No Inocuo (PPNI)} = \frac{\text{Cantidad de PPNI (Quintales)}}{\text{Producción total (Quintales)}}$$

Fuente: Adaptado de Ingenio Azucarero Informe de Gestión

El indicador de la ecuación 4, representa cuantitativamente el % de PPNI que se genera respecto a la producción total de azúcar granulada.

Resaltando que, según Romero, para la medición del impacto de un sistema HACCP, es común el uso de indicadores internos y externos como “fallas internas: rechazo de materias primas, reprocesos internos, repetición o ampliación de inspecciones, retención de productos en fábrica, rechazos internos de productos en proceso o terminados; fallas externas: quejas de consumidores, devoluciones de producto, sanciones de los clientes, entre otros”<sup>35</sup>, es decir, la existencia de la posibilidad que surgieren nuevos indicadores en el transcurso del proyecto.

### **6.2.6 USO DE MÉTRICAS E INDICADORES PARA LA GESTIÓN.**

Como dijo Lord Kelvin “Lo que no se define no se puede medir. Lo que no se mide, no se puede mejorar. Lo que no se mejora, se degrada siempre”<sup>36</sup>, es de vital importancia en cualquier sistema productivo, realizar la medición del impacto de las nuevas metodologías implementadas en las diferentes etapas o procesos del sistema productivo, ya que esto a su vez permite conocer que tan efectiva resultó la nueva estrategia implementada y conocer mejoras potenciales.

Según Fernández “el uso de indicadores ha sido muy habitual en el marco de la Calidad. A principios del siglo XX aparece en los Estados Unidos el Control de Calidad. En los años treinta se introduce la estadística en la inspección, con lo que se evitaba controlar todos los componentes y productos. Siendo posteriormente la industria japonesa, después de la II Guerra Mundial, la que potenció el uso de todos los aspectos relacionados con la Calidad.”<sup>37</sup> En el presente trabajo de estudio se presenta información sobre el seguimiento histórico del control de procesos respecto a la cantidad del producto que se reprocesa y las causas que lo originan,

---

<sup>35</sup> ROMERO, Jairo. Indicadores de gestión HACCP. 2006. S.D. Disponible en internet: <https://es.scribd.com/doc/283120939/Indicadores-de-Inocuidad>

<sup>36</sup> FERNÁNDEZ, Guillermo Montero. DISEÑO DE UN MODELO DE INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS”. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, escuela de ingenierías industriales, Departamento de Organización de Empresas y CIM. España. 2016.

<sup>37</sup> Ibid. p. 10.

ya que el control estadístico de procesos según el estudio de Fernández “El origen de esta técnica se sitúa en Bell Laboratories a mediados de la década de los veinte, donde al físico Walter Shewhard se le pidió estudiar cómo la variación en los procesos de producción causaban problemas de calidad y determinar que se podía hacer al respecto.

Este físico sabía que la variación es inherente en los procesos físicos, pero quería conocer si había alguna parte controlable. Por un lado identificó las variaciones de causa común, como aquellas que dependen de características de la materia prima, fluctuaciones de la tensión eléctrica, ... y las variaciones de causa especial o asignable, que corresponden a aquellas producidas por causas substanciales, no rentables y, a menudo, fácilmente detectables y corregibles, como el distinto comportamiento de operarios, diferencias entre dos máquinas aparentemente iguales, ... Shewhard caracterizó solo los procesos en base a las variaciones de causa común como “bajo control estadístico.”<sup>38</sup>

Se hace necesario conocer el proceso y las diferentes etapas que se llevan a cabo en la elaboración del azúcar granulado, con el fin de identificar las diferentes variables que intervienen en la calidad del azúcar, que factores operacionales inciden en las fallas de calidad, factores humanos, materiales y equipos. De esta forma identificar variaciones comunes las cuales son causales sustanciales en los costes de no calidad.

“El precursor de la Calidad en Japón fue W. Edward Deming en 1950 y quién introdujo el concepto del Control Estadístico de Procesos y sus famosos 14 principios.

---

<sup>38</sup> Ibid. p . 10.

Un punto importante en el modelo de Deming son los resultados, que se examinan en la calidad de productos y servicios:

- Resultados tangibles (como calidad, coste, beneficio).
- Resultados intangibles.
- Métodos para medir y mantener los resultados.
- Niveles de satisfacción de los clientes y de los empleados.
- Influencia en la comunidad local.”<sup>39</sup>

Así como es de vital importancia conocer las causales de no calidad del producto, también lo es determinar el costo en que se incurre cada vez que se lleva a cabo un reproceso, pues si bien un sistema de calidad busca la estandarización de procesos, con el fin de minimizar fallas en el proceso productivo; el presente estudio busca conocer sí realmente el Plan HACCP implementado en el ingenio azucarero ha logrado una disminución en las fallas de calidad por falta de estandarización y falta de planes de acción ante una desviación presentada, lo cual incide directamente en los costes de producción, generando así un beneficio económico a la empresa.

### **6.3 REVISIÓN DE METODOLOGÍAS DE MEDICIÓN DE IMPACTO PLAN HACCP**

A continuación, se presenta en la Tabla 5 una revisión de la literatura de investigaciones realizadas sobre el impacto de un plan HCCP, metodologías empleadas para la medición de impacto de un proyecto, indicadores de medición cualitativa y cuantitativa, empleados en la industria alimentaria. La revisión se realiza a investigaciones de los últimos diez años de estudio en este campo. La búsqueda de la literatura se realizó en las bases de datos Scielo, ResearchGate,

---

<sup>39</sup> Ibid. p . 11.

Public knowledge Project, ScienceDirect, LILACS, Dialnet y Redalyc, utilizando términos de búsqueda como “impacto o impact”, “indicador o indicator”, “metodología de medición o measurement methodology”, “evaluación sistema HACCP o HCCP system evaluation”.

Tabla 5. Revisión de metodologías de medición.

<b>TÍTULO</b>	DISEÑO DE INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS
<b>AUTOR</b>	D. Guillermo Montero Fernández-Vivancos.
<b>LUGAR Y AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	España, 2016.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://www.researchgate.net/publication/310695848_Disenio_de_indicadores_para_la_gestion_de_proyectos">https://www.researchgate.net/publication/310695848_Disenio_de_indicadores_para_la_gestion_de_proyectos</a>
<b>OBJETIVOS</b>	Proponer indicadores de control para la gestión de proyectos, que integren los distintos ámbitos necesarios en los proyectos y que permitan una implementación rápida, indistintamente del tipo de proyecto que sea.
<b>METODOLOGÍA</b>	Descriptivo
<b>RESULTADOS</b>	<p>Los proyectos requieren la toma de decisiones y el uso de indicadores permite tener una base para ésta.</p> <p>La toma de decisiones es un aspecto inherente de la gestión de proyectos y desarrollar e implementar un cuadro de indicadores vinculados a su gestión permite conocer el progreso del mismo, sus puntos débiles, la eficiencia del proyecto y establecer las acciones adecuadas que permitan el cumplimiento de los objetivos.</p> <p>El uso de indicadores en los proyectos tiene una amplia variedad de enfoques, siempre hablando dentro de un marco de medición del rendimiento del mismo.</p> <p>Medir permite entender lo que ocurre en el proyecto, introducir y focalizar mejoras y evaluar sus consecuencias, conocer su rentabilidad y productividad, seguir los riesgos, integrar los cambios del proyecto, direccionar o re-direccionar los distintos planes.</p>



	<p>Hay que diferenciar entre indicadores de gestión de proyectos e indicadores propios del proyecto. En relación al uso de métricas en la Gestión de Proyectos resulta necesario hacer la distinción entre la monitorización del proyecto y la monitorización de la gestión del proyecto. La investigación se ha concentrado en éstos últimos, entendiendo que los indicadores propios del proyecto no son generalizables o son más difíciles de transferir a otros proyectos.</p>
--	--

<b>TÍTULO</b>	DISEÑO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD APOYADO EN HACCP EN EL PROCESO DE PRODUCCION EN UNA EMPRESA PRODUCTORA Y COMERCIALIZADORA DE CARNE DE CERDO
<b>AUTOR</b>	DIANA CAROLINA SUAREZ MUÑOZ - JULIÁN ANDRÉS VÁSQUEZ CÁRDENAS
<b>LUGAR Y AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	Colombia, 2016.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/738/Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20calidad%20apoyado%20en%20HACCP%20en%20el%20proceso%20de%20producci%C3%B3n%20en%20una%20empresa%20productora%20y%20comercializadora%20de%20carne%20de%20cerdo.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/738/Dise%C3%B1o%20de%20un%20sistema%20de%20gesti%C3%B3n%20de%20calidad%20apoyado%20en%20HACCP%20en%20el%20proceso%20de%20producci%C3%B3n%20en%20una%20empresa%20productora%20y%20comercializadora%20de%20carne%20de%20cerdo.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
<b>OBJETIVOS</b>	Diseñar un sistema de gestión de calidad apoyado en un sistema HACCP en los procedimientos de una planta de desposte de carne de cerdo, detectando y controlando los puntos críticos de control en el proceso productivo, para mantenerlos bajo vigilancia y asegurar el cumplimiento y de esta forma garantizar la inocuidad y calidad de los productos.
<b>METODOLOGÍA</b>	Descriptiva
<b>RESULTADOS</b>	<p>Inicialmente la situación de la Compañía presentaba solamente un cumplimiento del 60,7% de la norma, debido principalmente a que no existían documentos para el plan HACCP, habían inconsistencias en los estándares de ejecución sanitaria útil y faltas de garantía si se presentaban desviaciones en la cadena de frío, haciendo clara la necesidad de la adopción de un sistema de gestión de la calidad basado en los requisitos de la norma ISO 9001:20015 apoyado en el Sistema HACCP.</p> <p>Lo más importante de la integración de estos dos sistemas es que se logra reforzar la calidad de las BPM, ya que tanto HACCP como ISO 9001:2015 se basan en análisis de riesgo y análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF), lo que hace que juntos interactúen como un sistema de gran utilidad para aumentar la confiabilidad y dar solución a los problemas que se pueden presentar en el desarrollo de los procedimientos</p>

<b>TÍTULO</b>	DISEÑO DE UN MODELO DE SEGUIMIENTO Y MEDICIÓN PARA LA EMPRESA PRODUCTOS ALIMENTICIOS SANTILLANA S.A
<b>AUTOR</b>	Sayra Marcela Céspedes Mora – Mónica González Valencia
<b>LUGAR Y AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	Colombia, 2015.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/714/TRABAJO%20DE%20GRADO%20DISE%C3%91O%20MODELO%20SEGUIMIENTO%20Y%20MEDICION%20SANTILLANA.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/714/TRABAJO%20DE%20GRADO%20DISE%C3%91O%20MODELO%20SEGUIMIENTO%20Y%20MEDICION%20SANTILLANA.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a>
<b>OBJETIVOS</b>	Diseñar un modelo de Seguimiento y Medición en la empresa Productos Alimenticios Santillana S.A, con la finalidad de reducir los costos de no calidad, causados por factores externos e internos, en función del mejoramiento continuo y la satisfacción del cliente.
<b>METODOLOGÍA</b>	Descriptiva
<b>RESULTADOS</b>	<p>Se presenta un modelo de seguimiento y medición que involucra todos los procesos de la cadena de valor, identificando en cada uno de ellos los puntos críticos y la propuesta de controles a través del análisis de datos que serán integrados en un CMI, con el fin de validar cumplimiento o incumplimiento frente a las metas establecidas que van acorde con los objetivos estratégicos de la compañía, fuente esencial para la toma de decisiones de la alta dirección y diseño de planes de acción.</p> <p>Se identificaron puntos críticos en cada proceso, asociados a la ausencia de medición para generación de alertas y adecuación de controles, gran parte de esto surgieron de las adecuaciones y cambios de la infraestructura por la nueva planta de producción. Se evidenciaron buenas prácticas en control de calidad sin contar con un sistema de gestión certificado, diseñado con base a los requerimientos de los clientes nacionales y del exterior que han llevado a Productos Alimenticios Santillana S.A. a estandarizar dichos controles.</p> <p>Dentro de la documentación base para el funcionamiento del diseño planteado se definió: - Modelo del CMI - Modelo de fichas para indicadores - Manual para implementación y medición de indicadores en Productos Alimenticios Santillana S.A.</p> <p>Hojas de control para registro de datos es la principal herramienta utilizada para el modelo de seguimiento y medición propuesto, su uso se asocia desde la toma de datos en tiempo real para poder ser registrados en las fichas de indicadores y CMI, con el fin de poder unificar, analizar y generar toma de decisiones.</p> <p>Para el análisis de costo beneficio se tuvo en cuenta la siguiente clasificación: - Costos de falla interna - Costos de falla externa - Costos de evaluación - Costos de detección Estimando que en la Empresa, los Costos de Falla Interna y externa superan a los Costos de Detección y Evaluación. Adicionalmente, se estimó que la implementación del modelo y el retorno de la inversión serían en 1 año y 8 meses.</p>

<b>TÍTULO</b>	PROPUESTA DE UN MODELO DE MEJORA PARA EL PROCESO DE LÍNEA DE ENVASE, EMPAQUE Y EMBALAJE DE LA PLANTA DE
---------------	---

	PRODUCTOS VETERINARIOS Y AGROQUÍMICOS DE LABORATORIOS CHALVER
<b>AUTOR</b>	LUISA FERNANDA PABÓN FONSECA DAILYN LUZETTY RICO JUAN DAVID SOLANO ROJAS
<b>LUGAR Y AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	Colombia, 2015.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/731/Propuesta%20de%20un%20modelo%20de%20mejora%20para%20el%20proceso%20de%20linea%20de%20envase,%20empaquete%20y%20embalaje%20de%20la%20planta%20de%20productos%20veterinarios%20y%20agroqu%C3%ADmicos%20de%20laboratorios%20Chalver.pdf?sequence=2">https://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/731/Propuesta%20de%20un%20modelo%20de%20mejora%20para%20el%20proceso%20de%20linea%20de%20envase,%20empaquete%20y%20embalaje%20de%20la%20planta%20de%20productos%20veterinarios%20y%20agroqu%C3%ADmicos%20de%20laboratorios%20Chalver.pdf?sequence=2</a>
<b>OBJETIVOS</b>	Diseñar un modelo de mejora para la línea de producción de envase, empaque y embalaje de laboratorios Chalver Agro, con el propósito de mejorar la metodología de las operaciones productivas del proceso, minimizando el impacto que tienen actualmente el indicador de producto no conforme al realizar la inspección de producto terminado.
<b>METODOLOGÍA</b>	Descriptiva
<b>RESULTADOS</b>	Mediante el diagnóstico realizado se determinó que una de las causas raíz del alto porcentaje de producto no conforme es debido a la falta de organización de las líneas productivas, relacionada con falta de una metodología clara para el desarrollo de las actividades.  El modelo de mejora diseñado es el apropiado para disminuir la aparición de producto no conforme, basados en el estudio del diagnóstico realizado, ya que ataca a la disminución del producto no conforme, demostrado en el muestreo.  El diseño del modelo de mejora para la línea de producción de envase, empaque y embalaje de laboratorios Chalver Agro, demostró mejorar la metodología de las operaciones reduciendo el tiempo improductivo en un 46.666%, minimizando el impacto que tiene actualmente el indicador de producto no conforme al realizar la inspección de producto terminado.

<b>TÍTULO</b>	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PLAN HACCP EN LA LOGÍSTICA Y ABASTECIMIENTO EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE BOGOTÁ
<b>AUTOR</b>	Yolanda Lucero Mosquera
<b>LUGAR Y AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	Colombia, 2014.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11989">https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11989</a>
<b>OBJETIVOS</b>	Evaluar el impacto del plan HACCP en la logística y abastecimiento en una planta de beneficio de Bogotá
<b>METODOLOGÍA</b>	Descriptiva
<b>RESULTADOS</b>	La relevancia que tiene la logística en la cadena de abastecimiento con la implementación del sistema HACCP es disminuir costos, ofrecer un mayor

	<p>servicio, organizar los procesos, ofrecer información integrada, para que haya una óptima calidad y competitividad.</p> <p>Desarrollar estrategias de capacitación permanente al personal operativo, que haya una comunicación constante con los clientes.</p> <p>Según el estudio de Identificación de riesgos y puntos críticos de control de la cadena cárnica Bovina (2013) en la realización del análisis de riesgos se establece la presencia de diferentes riesgos en cada paso del proceso, que puedan favorecer la presencia de un peligro, ante lo cual se plantean medidas correctivas entre las cuales las más comunes son las buenas prácticas de manufactura (BPM), las cuales deben incluir los planes y programas prioritarios: plan de saneamiento, programa de limpieza y desinfección, programa de control de plagas y roedores, programa de manejo y disposición de residuos sólidos y líquidos y un plan de capacitación del personal acerca de salud ocupacional, el debido manejo del animal y la canal.</p>
--	--

<b>TÍTULO</b>	DISEÑO DE GUÍA PARA IMPLEMENTAR LAS HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING JUNTO CON HERRAMIENTAS DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS
<b>AUTOR</b>	LUISA MARÍA BUENAVENTURA MURILLO DIANA MARCELA RÍOS
<b>LUGAR Y AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	Colombia, 2014.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/77542">https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/77542</a>
<b>OBJETIVOS</b>	Contribuir a la formalización y aplicabilidad de las herramientas de Lean Manufacturing.
<b>METODOLOGÍA</b>	Descriptiva
<b>RESULTADOS</b>	<p>Se logró establecer a través de relaciones el impacto en la variables de producción que generan tanto las herramientas de Ingeniería Industrial como las de Lean Manufacturing, dando paso a su correlación y como resultado la guía propuesta, la cual permitirá el mejoramiento continuo basado en toma de decisiones sustentadas bajo métodos matemáticos.</p> <p>Lean Manufacturing además de ser una técnica de fabricación, permite añadir valor a las operaciones desarrolladas en las fábricas manufactureras, y es a través de la elaboración de esta guía que se proponen métodos de medición que brindan herramientas para la toma de decisiones objetivas, frente a la utilización e implementación de esta técnica.</p> <p>Las empresas manufactureras interesadas en la implementación Lean Manufacturing deben hacer una evaluación de la realidad actual de la empresa y definir cuáles serán los problemas a trabajar. Con el acompañamiento de la guía podrán hacer seguimiento, pero además podrán medir el impacto de la aplicación de estas herramientas.</p>

<b>TÍTULO</b>	METODOLOGÍA PARA IDENTIFICAR Y ANALIZAR LOS COSTOS DE CALIDAD Y DE NO CALIDAD EN UN PROCESO PRODUCTIVO DE CARTÓN CORRUGADO
<b>AUTOR</b>	PAOLA ANDREA GONZÁLEZ ESCOBAR DASIA YESENIA MOSQUERA CUESTA
<b>LUGAR Y AÑO DE PUBLICACIÓN</b>	Colombia, 2014.
<b>FUENTE</b>	<a href="https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/77789">https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/handle/10906/77789</a>
<b>OBJETIVOS</b>	Diseñar una propuesta metodológica orientada a la identificación y análisis de los costos de calidad y de no calidad, para mejorar el proceso productivo de empaque de cartón corrugado.
<b>METODOLOGÍA</b>	Descriptiva
<b>RESULTADOS</b>	<p>Con la elaboración del diagrama de flujo y la aplicación de la herramienta AMEF, se logró identificar los procesos críticos que afectan el proceso de cartón corrugado, esto permitió identificar las causas potenciales y establecer planes de acción con el fin de prevenirlas.</p> <p>Con el uso de los costos PEF se logró cuantificar los costos asociados a la calidad de la empresa objeto de estudio, resultados que permitieron construir los indicadores financieros de calidad e identificar cómo las fallas reducen la utilidad, de igual manera, se pudo cuantificar la inversión en costos de prevención y detección que realiza la compañía con el fin de prevenirlas.</p> <p>Con la aplicación de la metodología QFD (casa de la calidad), se logró establecer la matriz de relación de primer y segundo nivel, en donde la de primer nivel se cruzan los requisitos de calidad (voz del cliente) con los procesos críticos identificados en la matriz AMEF, así mismo, en la de segundo nivel se cruzan los requisitos de calidad con los parámetros técnicos, la elaboración del QFD permitió identificar los puntos críticos a tratar con mayor prioridad y establecer planes de mejora.</p> <p>La prueba piloto aplicada permitió establecer acciones orientadas a la reducción de los costos de fallas (internas y externas) y del número de reclamos y no conformes.</p>

Fuente: elaboración propia

## **6.4 MARCO LEGAL**

En la actualidad Colombia posee una legislación que reglamente las condiciones básicas de inocuidad, higiene y calidad de las organizaciones dedicadas al procesamiento de alimentos, al igual que otros estándares internacionales.

LEY 9 DE 1979, Código Sanitario Nacional por el cual se toman medidas sobre las condiciones sanitarias básicas para la protección en el medio ambiente, suministro de agua, saneamiento de edificaciones, alimentos, droga, medicamentos, cosméticos, vigilancia y control epidemiológico, prevención y control de desastres, derechos de los habitantes respecto a la salud.

DECRETO 3075 DE 1997, Se reglamenta parcialmente la Ley 9 de 1979 y se dictan otras disposiciones en cuento a la regulación de todas las actividades que puedan generar factores de riesgo por el consumo de alimentos.

DECRETO 1575 DE 2007, El objeto del presente decreto es establecer el sistema para la protección y control de la calidad del agua, con el fin de monitorear, prevenir y controlar los riesgos para la salud humana causados por su consumo, exceptuando el agua envasada.

DECRETO 1290 DE 1994, Donde precisan las funciones del Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos INVIMA.

DECRETO 60 DE 2002 (Ministerio de salud y protección social), Por el cual se promueve la aplicación del sistema de análisis de peligros y puntos de control crítico - HACCP en las fábricas de alimentos y se reglamenta el proceso de certificación.

FSSC 22000, Certificación de sistemas de seguridad alimentaria. Está basado en la integración de la Norma ISO 22000 y la guía de pre-requisitos generales BSI-PAS 220.

ISO/TS 22002-1, Establece la estructura que debería tener un Programa de Prerrequisitos de la Inocuidad Alimentaria, está diseñado para ser utilizado con la norma ISO 22000, y contiene disposiciones más detalladas para los fabricantes de alimentos a aplicar en el desarrollo e implementación de los prerrequisitos.

NORMA TÉCNICA NTS-USNA SECTORIAL COLOMBIANA 007, Norma sanitaria de manipulación de alimentos. Enmarca los requisitos sanitarios para los manipuladores de alimentos.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC-ISO 22000. Sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos, requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria. 20018.

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC – 5830. Análisis de peligros y puntos de control críticos (HACCP). 2019.

RESOLUCIÓN 2674 (Ministerio de salud y protección social). 2013

RESOLUCIÓN NÚMERO 005109 DE 2005, Expedido por el Ministerio de Protección Social y publicado en el Diario Oficial 46150 de enero 13 de 2006.

RESOLUCIÓN 378 DE 2012, Por la cual se deroga la Resolución 765 de 2010, se fijan directrices para el cumplimiento de lo ordenado por los artículos 13, 14 y 40 del Decreto 3075 de 1997 y se dictan otras disposiciones.

## **7. DISEÑO METODOLÓGICO**

### **7.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN.**

Se realizó una investigación de tipo descriptiva, puesto que, para la producción de azúcar granulada en el ingenio azucarero, se tuvo que describir el diseño del plan HACCP, además se evaluó el impacto de la implementación de dicho plan. La cual se conocerá mediante el diseño y aplicación de indicadores, que logren medir y cuantificar los beneficios adquiridos gracias a dicha implementación.

### **7.2 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El desarrollo del presente proyecto, se realiza mediante una metodología de investigación, bajo los preliminares y principios de un Sistema HACCP, previamente mencionados, por ende, el periodo de diseño será comprendido entre enero y julio del año 2018 y la evaluación de su impacto durante los meses inmediatamente posteriores a su certificación, es decir, septiembre 2018 a diciembre 2019.



En efecto el presente método investigativo, consiste en definir una serie de pasos para identificar y analizar los riesgos y peligros dentro del proceso del azúcar granulado, donde en primer instancia, se realiza el mapeo del proceso a través de los diagramas de flujo incluyendo todas las operaciones, posteriormente, se debe formar un equipo HACCP, también un equipo de inocuidad alimentaria (EIA) y elegir un líder con capacitaciones en cada una de las normas relacionadas con la inocuidad de los alimentos, seguidamente se identifican y analizan los riesgos potenciales asociados con cada etapa del proceso con el fin de poder evaluarlos y determinar una serie de medidas de control para cada uno de ellos, a través de estas medidas son tomadas mediante el árbol de decisiones para la selección pertinente de los puntos críticos de control (PCC) o los programas pre-requisitos operativos (PPRO), para prevenir o reducir a un nivel aceptable un riesgo que pueda afectar la salud del consumidor, ahora bien, se definen los límites críticos de control (LCC) teniendo en cuenta el máximo o mínimo de un parámetro biológico, físico o químico que debe ser controlado por el PCC o PPRO, a su vez los LCC deben ser monitoreados a una secuencia planificada de observaciones o mediciones para entregar registros detallados que se puedan utilizar para verificación y así tomar acciones correctivas cuando se produzca una desviación, de igual forma se recopila información técnica con el fin de determinar si el plan HACCP está controlando efectivamente cada uno de los riesgos y poder documentar los registros que son la evidencia escrita donde se manifiesta que no ocurrieron desviaciones. Por último, se realiza la evaluación del impacto ocasionado bajo la implementación del sistema, para este se analizará los en primera instancia todos los indicadores pertinentes al sistema HACCP, % de devoluciones, % reprocesos, así como los costos de estos (costos de no calidad), seguidamente, se realiza un estudio de los costos de implementación del sistema, para poder evaluar la relación de costo - beneficio. A continuación se presenta en la Tabla 6, los objetivos del proyecto con las actividades requeridas para llevar a cabo su desarrollo.

Tabla 6. Actividades por objetivo específico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES
<p>Diagnosticar el proceso de fabricación de azúcar granulada</p>	<p>Describir el producto, identificando el uso pretendido.</p>
	<p>Diseñar el flujo del reproceso y devolución.</p>
	<p>Diseñar los diagramas de flujo incluyendo todas las operaciones correctamente para la fabricación de azúcar granulada.</p>
<p>Establecer criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP</p>	<p>Identificar variables de estudio para el establecimiento de criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP.</p>
	<p>Determinar y diseñar indicadores de los procesos de reproceso, devoluciones y producto potencialmente no inocuo.</p>
<p>Medir el impacto de implementación del plan HACCP</p>	<p>Diseñar las hojas de vida de los indicadores establecidos</p>
	<p>Aplicar los indicadores diseñados según los criterios de medición establecidos</p>
<p>Evaluar costo / beneficio de la implementación del plan HACCP</p>	<p>Determinar los costos incurridos al implementar el plan HACCP.</p>
	<p>Evaluar la relación Costo/Beneficio</p>

Fuente: elaboración propia

### 7.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.

Las fuentes primarias del presente proyecto, se extrae de documentación interna del ingenio azucarero como informes de gestión, manuales técnicos (BPM, Inocuidad, etc.), así como los Programas Pre-requisitos (PPR), además, se extrae información relevante de las Normas ISO 22000 e ISO 22002-1.

Las fuentes secundarias, son extraídas de artículos y libros de Sistemas HACCP.

### 7.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de estudio de la presente investigación está conformada por el personal del ingenio azucarero que intervienen directamente en el proceso de elaboración del azúcar granulado, de igual, forma para obtener resultados reales se toma la misma población como muestra para la medición del impacto del plan HACCP, la cual se presenta a continuación detalladamente en la Tabla 7.

Tabla 7. Personal proceso elaboración azúcar.

AREA O SECCIÓN	Personal Operativo Turnos rotatorios	Operativo 7 a 5	Empleados	Reubicados	Practicantes	Total
FÁBRICA		1	3			4
INOCUIDAD	3		1		1	5
RECURSOS HUMANOS			3			3
MOLINOS	15	2	2		1	20
GENERACIÓN VAPOR	9		1			10
MANTENIMIENTO	4	2	3		2	11
INSTRUMENTACIÓN	3	1	2		2	8
ELABORACIÓN	40		4		1	45
PLANTA ELECTRICA- ELECTRICOS	9		2		1	12
CONTROL AGROINDUSTRIAL	29		6		1	36
CENTRO RESIDUOS SOLIDOS		1				1
BODEGA PRODUCTO TERMINADO	16		1		1	18
ALMACÉN - SUMINISTROS	3	2	11		1	17
SEGURIDAD	28		1			29
OFICIOS VARIOS				10		10
TALLER AGRICOLA		1	1		2	4
AUXILIARES DE COSECHA	4					4
SERVICIOS						0
CONMUTADOR - TRANSPORTE		1				1
EMERGENTES	1					1
<b>TOTALES</b>	<b>164</b>	<b>11</b>	<b>41</b>	<b>10</b>	<b>13</b>	<b>239</b>

Fuente: Documento interno

## 7.5 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR GRANULADO.

Como punto de partida y con el objetivo de conocer el impacto de implementación de un plan HACCP dentro del proceso de fabricación de azúcar granulada en un ingenio azucarero, inicialmente se analizó el proceso de elaboración de azúcar granulado, del cual se obtuvo información gracias al apoyo y colaboración del personal que interviene directa e indirectamente en las etapas de elaboración del producto, se realizó la elaboración de los diferentes diagramas de flujo del proceso productivo, desde que ingresa la caña cosechada para pesaje en la báscula de la planta de proceso hasta obtener el producto terminado. Posterior al diseño de los diagramas de flujo, se realizó la descripción de las etapas, lo cual permitió establecer los diferentes PPRo y PCC requeridos dentro del proceso productivo, con el fin de aplicar las medidas de control necesarias para eliminar o reducir a niveles aceptables el peligro relacionado con la inocuidad del producto terminado.

Una de las actividades previas a la implementación del plan HCCP fue el diseño de los diferentes diagramas de flujo, es decir la descripción del proceso de elaboración de azúcar granulada de cada etapa del proceso productivo de manera gráfica, los cuales se listan en la Tabla 8.

Tabla 8. Listado de diagramas de flujo plan HACCP

#	NOMBRE DIAGRAMA DE FLUJO SISTEMA HACCP	ABREVIATURA
1	DIAGRAMA DE FLUJO RECEPCIÓN Y PESAJE DE CAÑA	RPC
2	DIAGRAMA DE FLUJO MOLIENDA Y EXTRACCIÓN DE JUGO	MEJ
3	DIAGRAMA DE FLUJO CLARIFICACIÓN DE JUGO Y PREPARACIÓN DE FLOCULANTE	CJF
4	DIAGRAMA DE FLUJO PREPARACIÓN DE JUGO	PDJ
5	DIAGRAMA DE FLUJO EVAPORACIÓN	EVA
6	DIAGRAMA DE FLUJO COCIMIENTO DE MASAS A, B Y C	CMS
7	DIAGRAMA DE FLUJO COCIMIENTO Y CENTRIFUGACIÓN RECRISTA	CCR

8	DIAGRAMA DE FLUJO COCIMIENTO DE SEMILLAS	CCD
9	DIAGRAMA DE FLUJO CENTRIFUGACIÓN DE MASAS A, B Y C	CEM
10	DIAGRAMA DE FLUJO AGUAS CONDENSADAS	ACO
11	DIAGRAMA DE FLUJO AGUA CLARIFICADA Y POTABLE	ACP
12	DIAGRAMA DE FLUJO AIRE COMPRIMIDO	AIC
13	DIAGRAMA DE FLUJO GENERACIÓN VAPOR	GEV
14	DIAGRAMA DE FLUJO PREPARACIÓN DE CAL	PDC
15	DIAGRAMA DE FLUJO RECUPERACION DE AGUAS DULCES	RAD
16	DIAGRAMA DE FLUJO RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MATERIALES E INSUMOS	RAMI
17	DIAGRAMA DE FLUJO SECADO Y ENFRIAMIENTO DE AZÚCAR	SEA
18	DIAGRAMA DE FLUJO EMPAQUE INDUSTRIAL	EMI
19	DIAGRAMA DE FLUJO ALMACENAMIENTO Y DESPACHO	AYD

Fuente: Documento interno.

## **7.6 ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE MEDICIÓN DEL IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.**

Para el establecimiento de criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP, se realizó el estudio de las diferentes desviaciones que se presentan de manera más frecuente en el proceso productivo, para lo cual se requiere el análisis de datos históricos de las causas que generan el reproceso, devoluciones y causas de generación de producto potencialmente no inocuo (PPNI), a fin de determinar y diseñar indicadores que permitan analizar la información disponible, y mediante la aplicación de estos tomar acciones que mejoren el proceso productivo.

Para el análisis del reproceso se estudiaron las siguientes causas que originan la desviación en las especificaciones técnicas del producto:

- Averías
- Sedimento
- Regueros
- Partículas extrañas

- Color
- Turbiedad
- Microbiología
- Ensayos de empaque
- Deterioro de empaque
- Compactación

Para el análisis de las devoluciones se estudiaron las siguientes causas que originan la desviación en las especificaciones técnicas del producto:

- Partículas extrañas
- Turbiedad
- Microbiología
- Presencia de insectos
- Tamaño de grano
- Rotura de sacos
- Compactación

Para el análisis del producto potencialmente no inocuo (PPNI), se clasificaron los datos históricos de acuerdo a la etapa, punto crítico de control (PCC), programa prerequisite operacional (PPRO) o causa de generación del PPNI; es decir en qué parte del proceso se origina la desviación de las especificaciones técnicas del producto, clasificándose de la siguiente forma:

- PCC Partículas metálicas
- PPRO Madurantes y tiempos de carencia
- PPRO Sulfitos
- PPRO Clasificación de grano
- PPRO retención de partículas metálicas
- Material extraño

Se realizó el estudio de los riesgos y peligros potenciales asociados a cada paso del proceso de azúcar granulado, las cuales se encuentran documentadas en el plan HACCP del ingenio azucarero, en el cual se evalúan y determinan las medidas de control, con el fin de garantizar la inocuidad de los alimentos.

Los riesgos y peligros potenciales asociados a cada etapa de elaboración de azúcar granulado, han sido identificados mediante el diagnóstico obtenido de la elaboración de los diagramas de flujo, lo cual permitió identificar los PPRO y PCC, en las diferentes etapas de producción, con lo cual se establecen actividades de identificación, segregación, evaluación, control y disposición, para que los peligros relacionados con la inocuidad del azúcar producido en el ingenio azucarero, se puedan reducir a niveles aceptables y/o identifiquen antes de entrar en la cadena de distribución alimentaria y de esta manera evitar que el producto potencialmente no inocuo (PPNI) y producto no inocuo (PNI), no genere afectación al consumidor y a la organización.

A continuación se presentan los PCC Y PPRO del plan HACCP del ingenio azucarero, identificados en las diferentes etapas de elaboración del azúcar granulado, con sus respectivos límites críticos de control, con el fin de conocer las diferentes variables y parámetros de control que intervienen en la calidad del producto en proceso y producto terminado, las cuales son determinantes al momento de definir cuando se presente una desviación en los límites de control, si el producto puede ser recuperado mediante un reproceso en una etapa anterior o posterior o definitivamente debe ser eliminado ya que no es posible su comercialización para el consumo humano.

- **PCC DETECTOR DE PARTÍCULAS METÁLICAS**

Se estableció un sistema de seguimiento a la operación del detector de metales para reducir o eliminar el riesgo de contaminación del producto terminado con material extraño metálico ferroso, no ferroso y de acero inoxidable mediante inspecciones periódicas.

De acuerdo a la Directriz de la FDA (CPG Sec. 555.425 Foods, Adulteration Involving hard or Sharp Foreign Objects).

Material Extraño > a 7 mm, representan riesgo potencial para la salud de los consumidores.<sup>40</sup>

Se estableció un procedimiento para analizar y dar seguimiento al producto terminado, resultado del rechazo de un detector de metales.

Se establecieron acciones correctivas en caso que las partículas obtenidas excedan el límite crítico > a 7 mm.

**LCC1:** Detección de los 3 patrones: 2,8 mm acero inoxidable, 2,2 mm ferroso, 2,4 mm no ferroso cada vez que se realice la verificación.

**LCC2:** Rechazar todos los patrones en cada verificación. Frecuencia de la verificación: Cada 4 horas los auxiliares de inocuidad, una vez al día los instrumentistas.

**LCC3:** Encontrar todas las piezas en el conteo de piezas de la báscula ensacadora.

**LCC4:** Cumplimiento al plan de limpieza del detector de metales. Frecuencia de limpieza: cada 4 horas y mensual.

**LCC5:** Cumplimiento al plan de mantenimiento del detector de metales: Verificación diaria del funcionamiento del detector por personal de instrumentación. Lubricación mensual de los rodamientos de la banda del detector. Mantenimiento del gabinete eléctrico del variador (limpieza): Quincenal. Limpieza semestral del sistema electrónico de la máquina. Mantenimiento externo anual.

- **PPRO 1 MADURANTES:**

---

<sup>40</sup> FDA. CPG Sec. 555.425 Foods, Adulteration Involving hard or Sharp Foreign Objects. [en línea]. [Consultado: 10 de febrero de 2020]. Disponible en Internet: <https://www.fda.gov/media/71953/download>



Mediante el análisis realizado al proceso de aplicación de madurantes en la etapa de cosecha de la caña, se detectó que existe la probabilidad de presencia de residuos de agroquímicos en el azúcar, el cual se identifica como un peligro químico en el análisis de peligros de inocuidad, lo cual requiere como sistema se control el seguimiento preventivo a las dosis de aplicación y cumplimiento a los tiempos de carencia, una vez aplicado el madurante siguiendo recomendaciones de la ficha técnica del insumo utilizado.

Se cuenta con un protocolo establecido en caso de incumplir involuntariamente con la aplicación de una sobredosis de madurante en la etapa de cosecha de caña o en caso tal de cosechar la caña sin haber cumplido con el tiempo de carencia estipulado según ficha técnica del insumo empleado.

Límite crítico de control (LCC):

Se debe asegurar el seguimiento al tiempo de carencia en los madurantes aprobados por el equipo de inocuidad con relación al tiempo de cosecha así:

Bonus: cosecha con tiempo igual o mayor a 2 semanas

Fusilade: Cosecha con tiempo igual o mayor a 1 semana

Roundap: cosecha con tiempo igual o mayor a 4 semanas

- **PPRO 2 SULFITOS:**

Medida de control seleccionada: Análisis de sulfitos en jugo, en meladura y en producto terminado.

Límite crítico de control (LCC):

Los residuales de sulfitos en el producto en proceso y producto terminado se deben mantener en los siguientes rangos.

Jugo 450 ppm máx.

Meladura 300 ppm máx.

Azúcar 10 ppm máx.

- **PPRO 3 CLASIFICACIÓN DE GRANO:**

Medida de control seleccionada: Retención de cuerpos extraños duros, corto punzantes: (metal, vidrio, astillas de madera, piedras), por medio de malla mesh 10 en producción de azúcar crudo empacado y 16 para producción de azúcar blanco.

Límite crítico de control (LCC):

Retención partículas:

Crudo empacado: 0,595 mm-2 mm

Azúcar blanco: 0,595 mm - 1,19 mm

Ausencia de vidrio.

- **PPRO 4 RETENCIÓN DE PARTÍCULAS METÁLICAS:**

Medida de control seleccionada (1): Retención de partículas por medio de 2 Rejillas Magnéticas, ubicadas sobre la Tolva de azúcar seco que se compone de 6 barras cada una.

Material de los imanes: Tierras Raras / Neodymium - Hierro - Oro. Exterior de los tubos de acero inoxidable

Con un tamaño de: 12 x 12 Pulgadas

Límite crítico de control (LCC): Fuerza Magnética mínimo de 6.821 potencial Gauss.

Medida de control seleccionada (2): Asegurar la capacidad de Retención de cada una de las 6 Barras que componen la 2 Rejilla Magnética No RE01 - RE02 y 2 Rejilla Magnética RE03 y RE04 (Que son Stanby).

Límite crítico de control (LCC):

Frecuencia de Verificación de cada rejilla con laboratorio externo: Semestral

Frecuencia de Verificación interna: semanal o antes si en la inspección visual se detectan golpes o averías.

Medida de control seleccionada (3): Determinación de partículas extrañas en el azúcar según el procedimiento establecido en el manual interno de métodos analíticos.

Límite crítico de control (LCC):

Frecuencia del análisis: 1 vez al turno por tipo de azúcar.

Medida de control seleccionada (4): Limpieza y remoción del material capturado en la Rejilla Magnética No RE01 - RE02 o RE03 - R04.

Límite crítico de control (LCC):

Frecuencia de Limpieza y Remoción: 4 Horas.

Una vez estudiada y consolidada la información disponible sobre las causas que originan el reproceso, reclamos y producto potencialmente no inocuo (PPNI), se procede a realizar la medición del impacto de la implementación del plan HACCP, como se describe a continuación.

## 7.7 MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.

En esta sección se presenta la metodología de indicadores aplicada en el proyecto, previamente diseñados según la información disponible y según los criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP objeto de estudio.

La metodología de aplicación de indicadores fue la que se ajustó al volumen de los datos suministrados para el estudio en referencia, ya que toma variables cuantitativas y cualitativas, para el seguimiento de la información del reproceso, reclamos y generación de producto potencialmente no inocuo (PPNI).

### Hoja de vida de los indicadores.

Las hojas de vida de los indicadores enmarcan cada uno de los elementos requeridos para la creación de un indicador, en la Tabla 9, se presenta la plantilla general de las hojas de vida de los indicadores con la explicación de la información que se debe diligenciar en cada uno de los campos.

Tabla 9. Plantilla hoja de vida de indicadores propuestos

NOMBRE INDICADOR			
Objetivo	¿Qué mide el indicador?		
Cálculo	(Ecuación utilizada)		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ ↑ (¿Es mejor que sea bajo o alto?)		
MES	DATO DE ESTUDIO	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES	GRÁFICO DE CONTROL
Enero			
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			
Julio			
Agosto			
Septiembre			
Octubre			
Noviembre			
Diciembre			
TOTAL AÑO	Σ	Σ	% indicador Anual      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

La plantilla de la Tabla 9, contiene los siguientes elementos:

- nombre del indicador: se presenta el nombre del indicador
- Objetivo: que se espera medir.
- Cálculo: ecuación utilizada para calcular el indicador.
- Meta: la meta de control del indicador.
- Unidad de medida: unidad de medida del indicador.
- Lectura: Cómo se debe leer el indicador; es decir sí es mejor que sea alto o bajo el resultado del indicador.
- Mes: los meses en que se realizará seguimiento al indicador
- Datos: los datos obtenidos del seguimiento realizado.
- Total producción en quintales: la producción total en quintales de cada mes.
- Gráfico de control: representa el resultado del indicador de manera gráfica.

## **7.8 EVALUACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP**

La metodología utilizada para la evaluación económica de la implementación del plan HACCP en el ingenio azucarero, y conocer el impacto económico que puede generar para la organización, se realiza por medio del análisis costo beneficio, para lo cual se recopila la información económica asociada a los costos de inversión y se prevén los costos asociados al mantenimiento del plan en un lapso de cinco años.

El enfoque que se le da a la evaluación económica para el presente proyecto, es desde la perspectiva de la reducción de los costos asociados a las fallas de no calidad, los cuales son medidos y cuantificados por medio de indicadores de seguimiento, los cuales son empleados para la medición de los beneficios en términos económicos para luego de obtener dichos resultados utilizarlos como entrada para el cálculo de la relación costo beneficio.

Esta investigación presenta una metodología cuantitativa desde el enfoque de la evaluación financiera de proyectos de inversión, inicia con la recopilación de los costos asociados a las fallas por no calidad, del proceso de elaboración de azúcar antes de la implementación del plan HACCP, y luego un análisis de los resultados obtenidos de la aplicación de indicadores en condiciones esperadas luego de la implementación del plan HACCP, el cual puede traer beneficios cuantificables en términos económicos.

Se manejará la técnica de Valor Presente Neto para calcular la Relación Beneficio/Costo, cuyos criterios de decisión son los siguientes,  $VPN > 0$  el proyecto es bueno porque en pesos de hoy, los ingresos son mayores a los egresos, si el  $VPN = 0$  le será indiferente al inversionista realizar el proyecto ya que los ingresos serían igual a los egresos y si el  $VPN < 0$  significa que en pesos de hoy los ingresos son menores a los egresos, por lo tanto el proyecto no debe realizarse.

En cuanto a los criterios de aceptación por medio de la técnica del Beneficio/Costo, son los siguientes,  $B/C > 1$  significa que en valor presente los ingresos son mayores a los egresos,  $B/C = 1$  en valor presente los ingresos son iguales a los egresos, por lo tanto, es indiferente realizar el proyecto o continuar con la inversión y  $B/C < 1$  los ingresos son menores que los costos, no se debe aceptar.

“Un proyecto de inversión puede ser visto desde diversas perspectivas, desde un punto de vista macroeconómico que tiene en cuenta la tendencia de variables económicas que puedan incidir en el desarrollo de un proyecto, así como la visión microeconómica que evalúa los proyectos en función de los costos y beneficios que pueda tener para los agentes económicos, familias y empresas”.<sup>41</sup>

Adicionalmente para la evaluación financiera se tienen en cuenta variables como el comportamiento del mercado para el sector azucarero, la inflación, el premio al riesgo de la inversión realizada, metas de venta, proyección de la producción de

---

<sup>41</sup> BACA URBINA, Gabriel. Evaluación de proyectos. [en línea]. 6ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 2010, 309 p. ISBN 13: 978-607-15-0260-5

azúcar en años posteriores a la implementación y según datos históricos de producción, precio promedio de ventas y costos de producción.

De este modo, se hace necesario que se identifiquen y se centre la atención en las actividades que generan valor a la empresa y se eliminen las que no, requiriendo el uso de información que permita gestionar eficientemente los costos, para lograr mayores niveles de rentabilidad. Así pues, antes de realizar un proyecto de inversión, se requiere evaluarlo financieramente para determinar si es factible o no su realización. Para ello se utiliza la técnica del Valor Presente Neto (VPN) y la relación Costo Beneficio. Siendo El VPN la técnica más utilizada, ya que ésta “pone en pesos de hoy tanto los ingresos futuros como los egresos futuros, lo cual facilita la decisión desde el punto de vista financiero de realizar o no un proyecto”.<sup>42</sup>

De acuerdo a la Tabla 10, costo total de la calidad de Shroeder, la cual expresa que “el costo total de la calidad se podría minimizar evaluando la relación del costo de la calidad y el grado de especificaciones o exigencias por parte de los clientes”.<sup>43</sup>

Para efectos del presente cálculo de costos de no calidad, tal y como lo plantea SHROEDER, se tendrán en cuenta los costos de control y los costos de falla; para los costos de control se tienen en cuenta los costos en los que se incurre para la implementación del plan HACCP y para los costos de falla se trabajará con el supuesto del costo aproximado por costo de falla de no calidad, partiendo del hecho que los costos que se generan cada vez que se debe reprocesar un quintal de azúcar será un aproximado de \$12.000 pesos por cada quintal de azúcar reprocesado.

---

<sup>42</sup> Ibid.

<sup>43</sup> SHROEDER, Roger. Administración de operaciones. [en línea]. 5ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 1992, 535 p. ISBN: 978-970-10-4653-1.

Tabla 10. Costo total de la calidad.

Costos de Prevencion	Costos de Control	Costos Totales de Calidad
Costos de Evaluacion		
Costos de Falla Interna	Costos de Falla	
Costos de Falla Externa		

Fuente: SHROEDER, Roger. (1992). Administración de la Producción.



## **8. RESULTADOS**

En el actual capítulo se presentan los principales resultados asociados al cumplimiento de los objetivos:

- Diagnosticar el proceso de fabricación de azúcar granulada.
- Establecer criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP.
- Medir el impacto de implementación del plan HACCP a partir de indicadores asociados a los criterios de medición
- Evaluar costo - beneficio de la implementación del plan HACCP

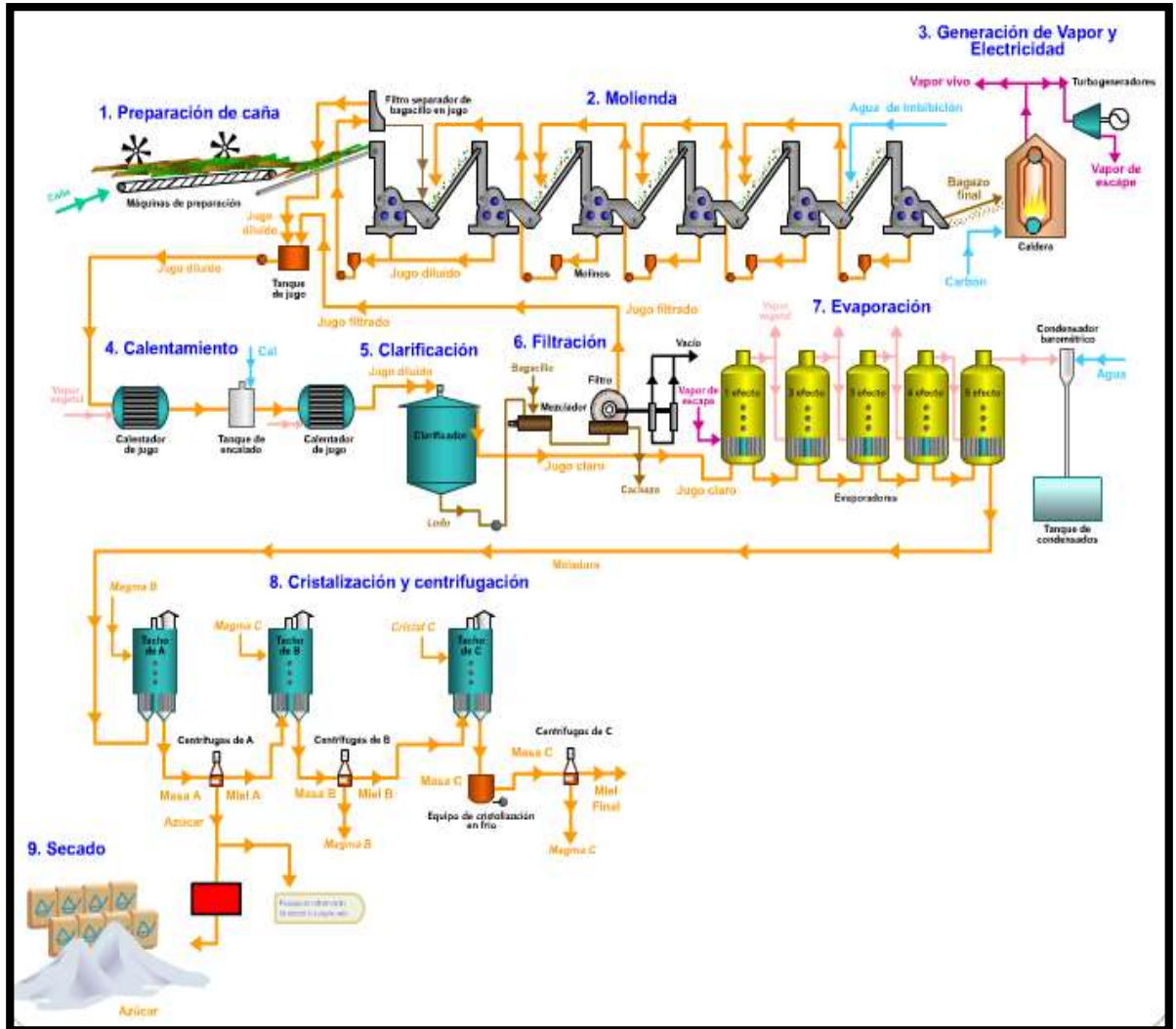
### **8.1 DIAGNÓSTICO DEL PROCESO DE FABRICACIÓN DEL AZÚCAR GRANULADO.**

En este capítulo se presentan los principales resultados asociados al diagnóstico del proceso actual de producción de azúcar granulada en un ingenio azucarero, la identificación del proceso a intervenir y el análisis de la información disponible.

#### **8.1.2 DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO Y EL PROCESO PRODUCTIVO DE FABRICACIÓN DE AZÚCAR GRANULADA.**

A continuación se presenta en la Ilustración 5, el proceso de elaboración para la obtención de azúcar granulada en un ingenio azucarero y se describen cada una de sus etapas productivas.

Ilustración 5. Proceso productivo de obtención de azúcar granulada.



Fuente: CENICAÑA

A continuación se presentan y describen cada una de las etapas productivas del proceso de elaboración para la obtención de azúcar granulada en un ingenio azucarero.

**Transporte a fábrica:** Una vez cortada la caña de azúcar, es alzada mecánicamente del campo y es transportada a la fábrica.<sup>44</sup>

**Molienda:** Una vez la caña de Azúcar es descargada en las mesas transportadoras, pasa a las picadoras y desfibradoras, con el fin de realizar la extracción de jugo mediante un tándem de molinos.<sup>45</sup>

**Generación de vapor:** El bagazo con un bajo contenido de sacarosa, es utilizado en las calderas especialmente diseñadas para consumir biomasa y carbón. El vapor obtenido de las calderas mueve los turbogeneradores que producen la energía eléctrica que requiere la fábrica, que está 100% electrificada y los pozos profundos que prestan servicio a los cultivos de caña<sup>46</sup>

**Extracción del jugo:** El bagazo que sale del último molino, se conduce a la caldera con el fin de generar vapor, este es utilizado para generación de energía eléctrica en la fábrica y su excedente se comercializa en la red nacional.<sup>47</sup>

**Purificación del jugo:** para este proceso, se agrega agua caliente mediante un proceso de maceración, con el fin de obtener la mayor cantidad de sacarosa.<sup>48</sup>

**Concentración del jugo:** El jugo claro obtenido, es enviado a evaporación con el fin de realizar una concentración hasta la obtención de meladura, esta es purificada en los clarificadores antes de ser pasada a tachos. <sup>49</sup>

**Cristalización:** En los tachos se forman los cristales de azúcar por sobresaturación, los cuales quedan inmersos en la miel.<sup>50</sup>

---

<sup>44</sup> Ingenio Sancarlos [en línea]. Procesos, fábrica. [consultado el 24 de noviembre de 2019]. Disponible en internet <https://www.ingeniosancarlos.com.co/procesos/fabrica>

<sup>45</sup> Ibid.

<sup>46</sup> Ibid.

<sup>47</sup> Ibid

<sup>48</sup> Ibid

<sup>49</sup> Ibid

<sup>50</sup> Ibid.

**Centrifugación, Refinación y Secado:** En las centrifugas se recibe la masa cocida proveniente del tacho y por fuerza centrífuga se separa el cristal de la miel y se realiza el lavado del azúcar; El azúcar obtenido en las centrifugas se pasa por una secadora en contracorriente con aire caliente para reducir su humedad.<sup>51</sup>

**Empaque:** El azúcar seco se almacena en una tolva que alimenta una báscula electrónica automática empacadora de sacos de 50kg y también a una báscula llenadora de bolsas de hasta 1 tonelada (big-bags).<sup>52</sup>

**Almacenamiento y despacho:** Los sacos de 50kg se almacenan en la bodega de producto terminado, en zonas demarcadas según la calidad y destino del azúcar, listos para el despacho. Los azúcares crudo y blanco para entrega a granel se almacenan en cuatro tolvas de despacho que descargan directo a los vehículos.<sup>53</sup>

Actualmente el ingenio azucarero produce azúcar blanco, azúcar blanco especial y azúcar crudo, para consumo humano, para lo cual cuenta con cada una de sus fichas técnicas según sean los requerimientos de sus clientes, las cuales son diseñadas teniendo en cuenta los lineamientos de las normas técnicas colombianas para cada tipo de azúcar, para la producción de azúcar blanco se cumple con los lineamientos de la NTC 611 los cuales se presentan en las ilustraciones 16, 17 y 18, para la producción de azúcar crudo se asegura el cumplimiento de la NTC 607 lineamientos presentados en las ilustraciones 19, 20 y 21, y para la producción de azúcar blanco especial la NTC 2085 lineamientos que se presentan en las ilustraciones 22, 23 y 24.

---

<sup>51</sup> Ibid.

<sup>52</sup> Ibid.

<sup>53</sup> Ibid.

## REQUISITOS NTC AZÚCAR BLANCO

En la Tabla 11, presentada a continuación, describe el requisito fisicoquímico del azúcar blanco, con sus respectivas unidades de medida, límites mínimos y máximos permitidos y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 11. Requisitos fisicoquímicos azúcar blanco.

REQUISITO	UNIDAD	LÍMITE		MÉTODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	
POLARIZACIÓN A 20 ° C	° Z	99,4	-	NTC 586 (ICUMSA GS2/3-1)
CENIZAS CONDUCTIMÉTRICAS	% n/m	-	0,15	NTC 570
HUMEDAD: GRANULADO MOLDEADO	% m/m %m/m	-	0,07 0,06	NTC 572
COLOR A 420 nm	UI	-	400	NTC 5969
TURBIEDAD A 420 nm	UI	-	250	NTC 5969
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )	mg/kg	-	<10,0	NTC 5970

Fuente: NTC 611 6TA ACTUALIZACIÓN 18/07/2018

En la Tabla 12, presentada a continuación, se describe el requisito microbiológico del azúcar blanco, con sus respectivas unidades de medida y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 12. Requisitos microbiológicos azúcar blanco por métodos de filtración por membrana.

REQUISITO	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de bacterias aerobias mesófilas, UFC/10g	5	3	250	550	NTC 3906
Recuento de coliformes totales (UFC/10g)	5	3	0	50	NTC 4306
Recuento de mohos (UFC/10G)	5	3	5	15	NTC 3907
Recuento de levaduras (UFC/10G)	5	3	120	300	NTC 3907
Recuento de Escherichia coli /10g	5	0	0	-	NTC 4306

En donde  
 n = número de muestras por examinar.  
 m = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.  
 M = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.  
 c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M

Fuente: NTC 611 6TA ACTUALIZACIÓN 18/07/2018

En la Tabla 13, presentada a continuación, describe el límite máximo permitido según sea el tipo de contaminante en azúcar blanco, con sus respectivas unidades de medida, límite máximo permitido y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 13. Límites máximos permitidos de contaminantes para el azúcar blanco

REQUISITO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
ARSÉNICO (As)	mg/kg	0,5	GS2/3-23 o GS2/3/9-25 o GS2-51 (2015)
Cobre (Cu)	mg/kg	1,0	GS2/3-29 o GS2-51
Plomo (Pb)	mg/kg	0,5	GS2/3-24 o la GS2/1/3-27 o GS2-51

Fuente: NTC 611 6TA ACTUALIZACIÓN 18/07/2018

## REQUISITOS NTC AZÚCAR CRUDO

En la Tabla 14, presentada a continuación, describe el requisito fisicoquímico del azúcar crudo, con sus respectivas unidades de medida, límites mínimos y máximos permitidos y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 14. Requisitos fisicoquímicos para el azúcar crudo.

REQUISITO	UNIDAD	LÍMITE		MÉTODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	
POLARIZACIÓN A 20 ° C	° Z	96,00	-	NTC 586 (ICUMSA GS2/3-1(2011))

HUMEDAD: GRANULADO	Fracción en masa, en %	-	1,0	NTC 572
Factor de seguridad	-	-	0,30	NTC 607
CENIZAS CONDUCTIMÈTRICAS	Fracción en masa, en %	-	0,70	NTC 570
DIÒXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )	mg/kg	-	<10,0	NTC 5970

Fuente: NTC 607

En la Tabla 15, presentada a continuación, describe el requisito microbiológico del azúcar crudo, con sus respectivas unidades de medida y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 15. Requisitos microbiológicos azúcar crudo por métodos de filtración por membrana.

REQUISITO	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de bacterias aerobias mesófilas, UFC/10g	5	3	200	600	NTC 3906
Recuento de coliformes totales (UFC/10g)	5	3	0	50	NTC 4306
Recuento de mohos (UFC/10G)	5	3	5	15	NTC 3907
Recuento de levaduras (UFC/10G)	5	3	120	300	NTC 3907
Recuento de Escherichia coli /10g	5	0	0	-	NTC 4306
<p>En donde  n = número de muestras por examinar.  M = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad.  m = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad.  c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M</p>					

Fuente: NTC 607

En la Tabla 16, presentada a continuación, describe el contenido de metales pesados permitidos en azúcar crudo, con sus respectivas unidades de medida, límite máximo permitido y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 16. Contenido de metales pesados permitidos.

REQUISITO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
ARSÉNICO (As)	mg/kg	1,0	GS2/3-23 (2005) o GS2/3/9-25 (2007) o GS2-51 (2015)
Cobre (Cu)	mg/kg	2,0	GS2/3-29 (1994) o GS2-51 (2015)
Plomo (Pb)	mg/kg	0,5	GS2/3-24 (1998) o la GS2/1/3-27 (1994) o GS2-51 (2015)

Fuente: NTC 607

### REQUISITOS NTC AZÚCAR BLANCO ESPECIAL

En la Tabla 17, presentada a continuación, describe el requisito fisicoquímico del azúcar blanco especial, con sus respectivas unidades de medida, límites mínimos y máximos permitidos y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 17. Requisitos fisicoquímicos para el azúcar blanco especial.

REQUISITO	UNIDAD	LÍMITE		MÉTODO DE ENSAYO
		MÍNIMO	MÁXIMO	
POLARIZACIÓN A 20 ° C	° Z	99,60	-	NTC 586 (ICUMSA GS2/3-1(2011))
CENIZAS CONDUCTIMÉTRICAS	Fracción en masa, en %	-	0,10	NTC 570
HUMEDAD: GRANULADO MOLDEADO	Fracción en masa, en %	-	0,06 0,10	NTC 572
COLOR A 420 nm	UI		180	NTC 5969
TURBIEDAD A 420 nm	UI		80	NTC 5969
DIÓXIDO DE AZUFRE (SO <sub>2</sub> )	mg/kg	-	<10,0	NTC 5970
AZUCARES REDUCTORES	Fracción en masa, en %		0,10	NTC 4355

Fuente: NTC 2085 4TA ACTUALIZACIÓN.

En la Tabla 18, presentada a continuación, describe el requisito microbiológico del azúcar blanco especial, con sus respectivas unidades de medida y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.



Tabla 18. Requisitos microbiológicos para el azúcar blanco especial por métodos de filtración por membrana.

REQUISITO	n	c	m	M	Método de ensayo
Recuento de bacterias aerobias mesófilas, UFC/10g	5	3	250	550	NTC 3906
Recuento de coliformes totales (UFC/10g)	5	3	0	50	NTC 4306
Recuento de mohos (UFC/10G)	5	3	5	15	NTC 3907
Recuento de levaduras (UFC/10G)	5	3	60	150	NTC 3907
Recuento de Escherichia coli /10g	5	0	0	-	NTC 4306
En donde n = número de muestras por examinar. M = índice máximo permisible para identificar el nivel de buena calidad. m = índice máximo permisible para identificar el nivel aceptable de calidad. c = número máximo de muestras permisibles con resultados entre m y M					

Fuente: NTC 2085 4TA ACTUALIZACIÓN

En la Tabla 19, presentada a continuación, describe el límite máximo permitido según sea el tipo de contaminante en azúcar blanco especial, con sus respectivas unidades de medida, límite máximo permitido y el método de análisis o ensayo que debe ser utilizado según referentes normativos.

Tabla 19. Límites máximos permitidos para contaminantes para el azúcar blanco especial.

REQUISITO	UNIDAD	LÍMITE MÁXIMO	MÉTODO DE ENSAYO
ARSÉNICO (As)	mg/kg	0,5	ICUMSA GS2/3-23 ICUMSA GS2/3-25 ICUMSA GS2-51
Cobre (Cu)	mg/kg	1,0	ICUMSA GS2/3-29 ICUMSA GS2-51
Plomo (Pb)	mg/kg	0,5	ICUMSA GS2/3-24 ICUMSA GS2/1/3-27 ICUMSA GS2-51

Fuente: NTC 2085 4TA ACTUALIZACIÓN

### **8.1.3 DISEÑO DEL FLUJO DE REPROCESO Y DEVOLUCIÓN.**

Uno de los sobre costos en los que se incurre por fallas de calidad en el proceso de elaboración de azúcar granulado, es cada vez que se presenta un reclamo por parte del cliente, en caso de no cumplir con las especificaciones técnicas del producto o que se haya encontrado alguna contaminación cruzada u avería, que genere que dicho producto final no pueda ser utilizado por el consumidor, lo cual genera una posible devolución al ingenio azucarero, generando así sobre costos en transporte, almacenamiento, reproceso, o eliminación del producto en caso de no ser apto para el consumo humano.

Dicho producto final debe ser analizado, sea la causa que haya generado el reclamo, con el fin de establecer las medidas necesarias de cómo proceder ante una devolución de la mejor forma posible.

Otro de los sobre costos de no calidad a los que se puede enfrentar el proceso productivo, sucede en la línea de producción por alguna alteración en los parámetros de control, es decir que se genere una desviación en una característica de calidad durante su elaboración y esta no logre ser corregida en una etapa posterior, lo cual es objeto de investigación y se deba proceder con un reproceso, generando así un costo de no calidad.

Como parte del protocolo que se debe seguir según lineamientos del programa prerrequisito de Reproceso, en caso de presentarse anomalía en el azúcar que no cumpla con alguna de las características dispuestas en las fichas técnicas o procedimientos de calidad internos aplicables al producto, respecto a las características fisicoquímicas o microbiológicas, presencia de partículas extrañas, avería o aspecto físico del bulto, se debe separar dicho lote de producción o producto en proceso del producto final que si cumpla con las condiciones de calidad e inocuidad.

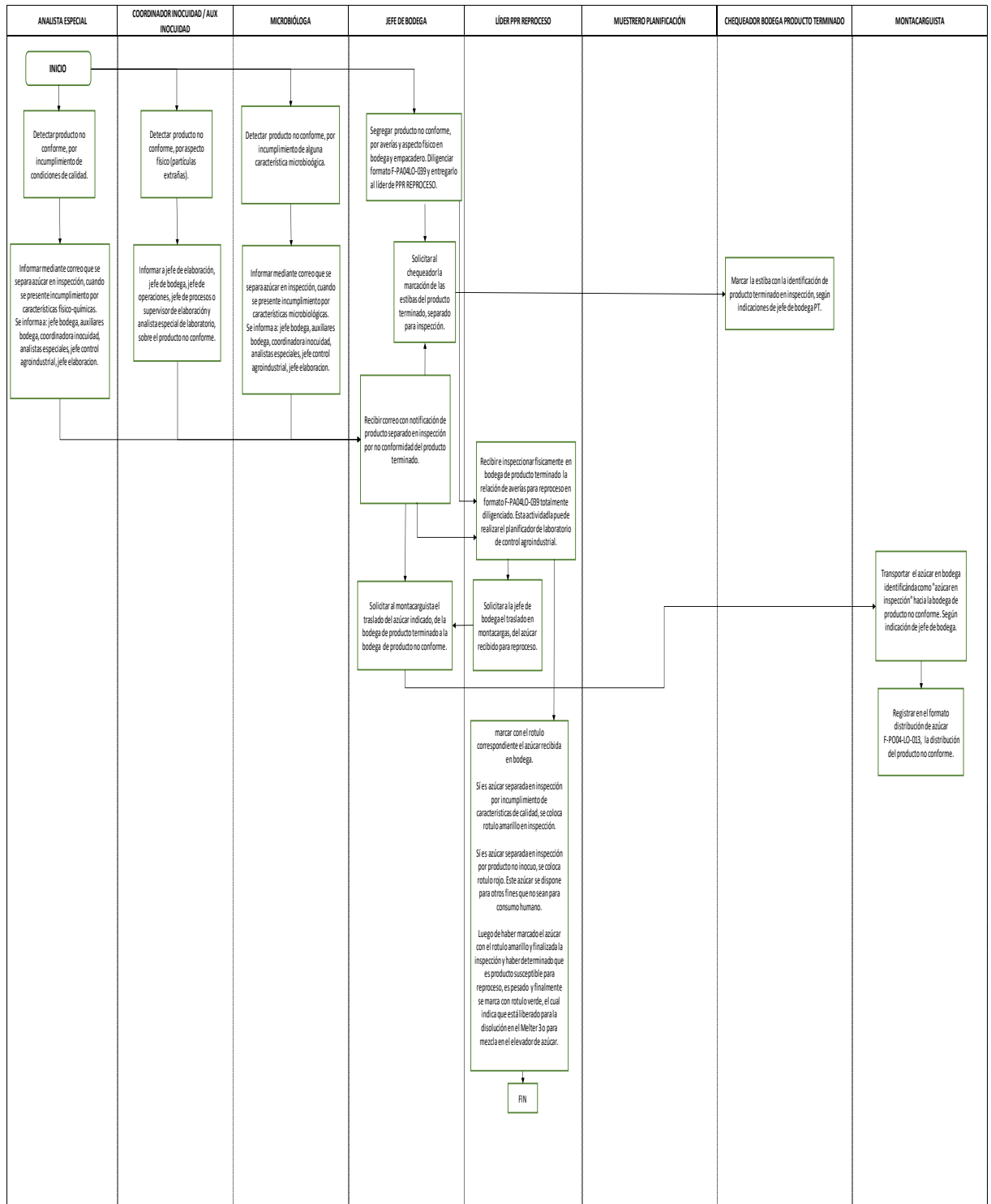
Luego se debe proceder con el tratamiento adecuado de dicho producto no conforme, dependiendo la causa de su no conformidad se realizará el plan de acción correspondiente.

Sí, se determina que el producto en inspección es un producto no inocuo, es decir que está contaminado por alguna sustancia química, o partícula que impide sea reprocesado, se debe eliminar el producto, ya que no puede ser comercializado para el consumo humano.

Sí el producto en inspección se ha determinado que es susceptible y viable para ser reprocesado, se rotula con una etiqueta verde, en la cual se indica que está liberado para ser reprocesado, se realiza su disposición según sea el caso, mediante disolución en el equipo metler o para mezcla en el elevador de azúcar.

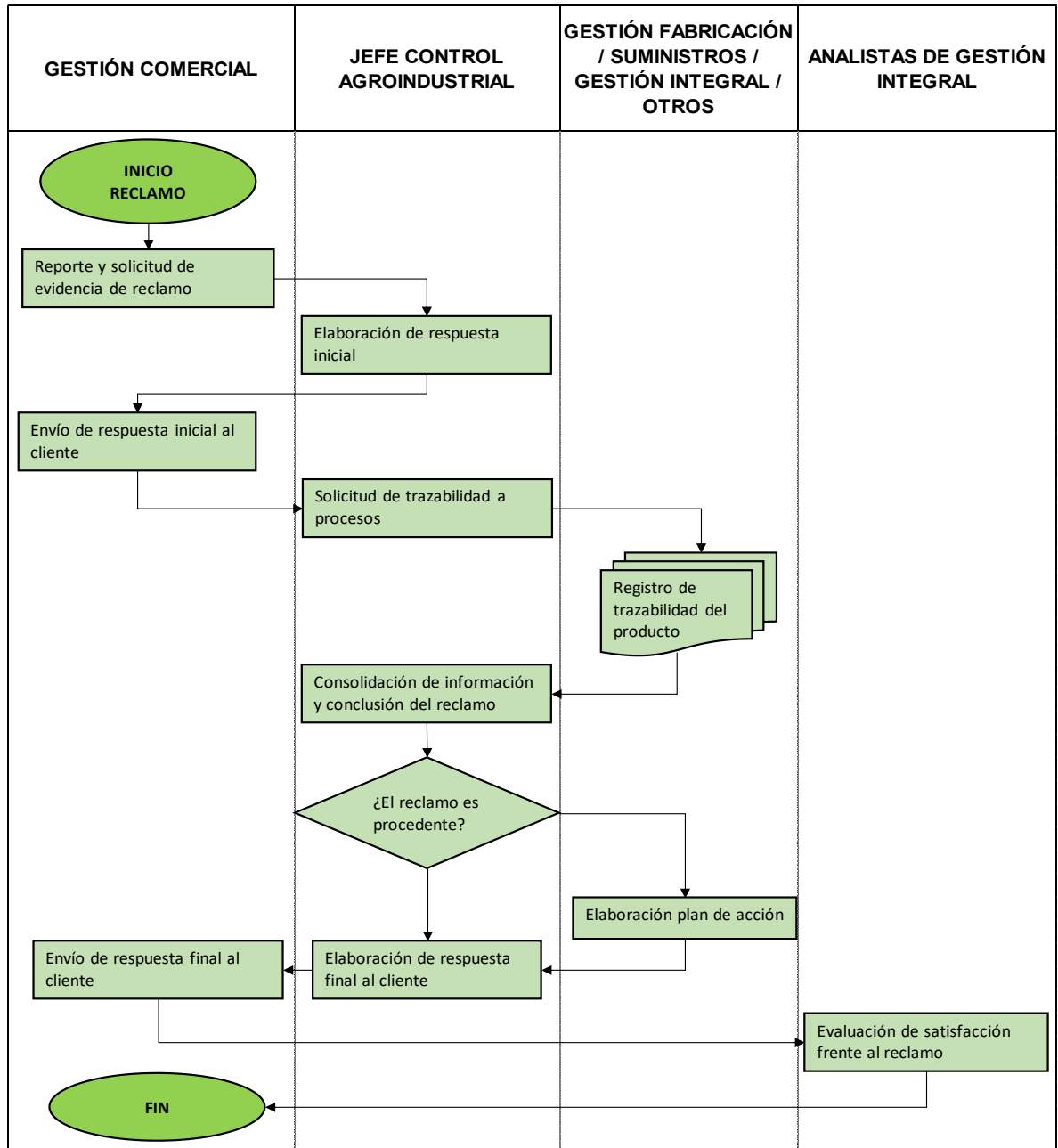
El proceso de tratamiento al producto en reproceso se presenta en la Ilustración 6 y el flujograma de reclamos se describe en la Ilustración 7.

Ilustración 6. Flujoograma tratamiento de producto no conforme (reproceso).



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 7. Flujograma reclamo producto final.



Fuente: Documento interno

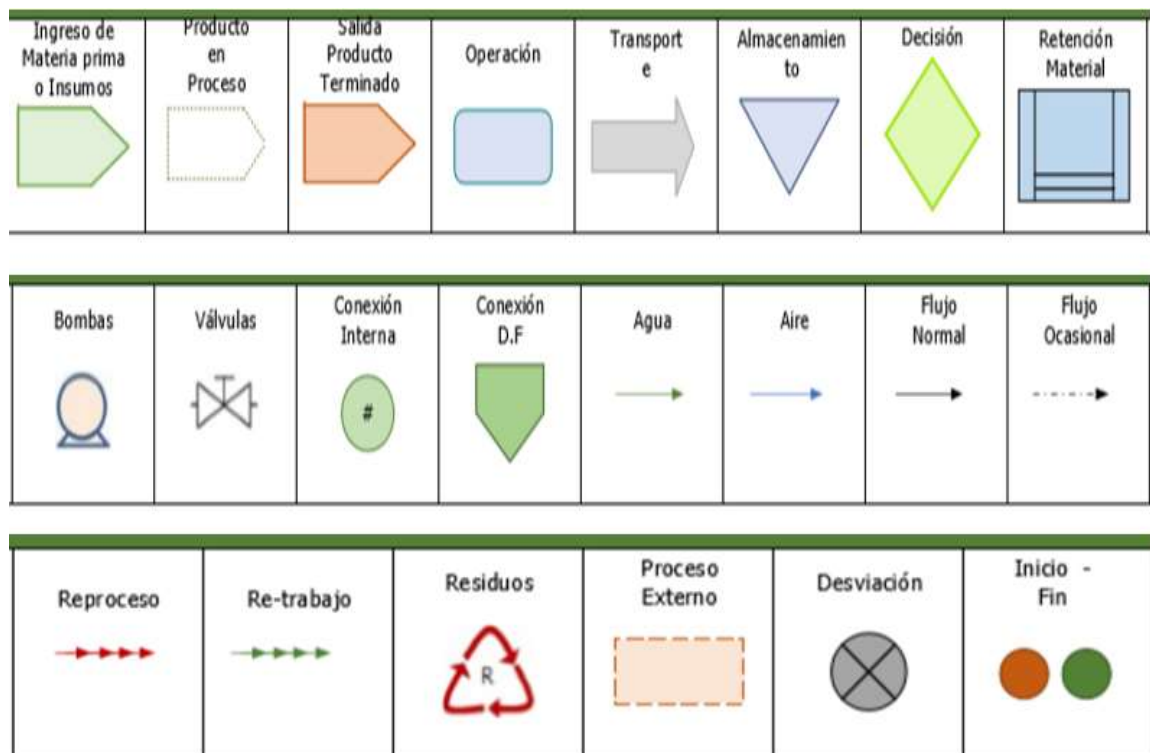
### 8.1.4 DISEÑO DE DIAGRAMAS DE FLUJO INCLUYENDO TODAS LAS OPERACIONES CORRECTAMENTE PARA LA FABRICACIÓN DE AZÚCAR GRANULADA.

A continuación se presenta el resultado obtenido de la metodología utilizada para la realización de los diferentes diagramas de flujo de proceso de elaboración de azúcar granulada.

Cada uno de los diagramas se realizó con el personal que interviene directa e indirectamente en el proceso de la elaboración del azúcar granulada, como jefes de área, ingenieros de proceso, coordinadora de inocuidad y operarios de las diferentes etapas del proceso.

Para la construcción de los diferentes diagramas de flujo del proceso de elaboración del azúcar granulada, se utilizó la nomenclatura presentada a continuación en la Ilustración 8.

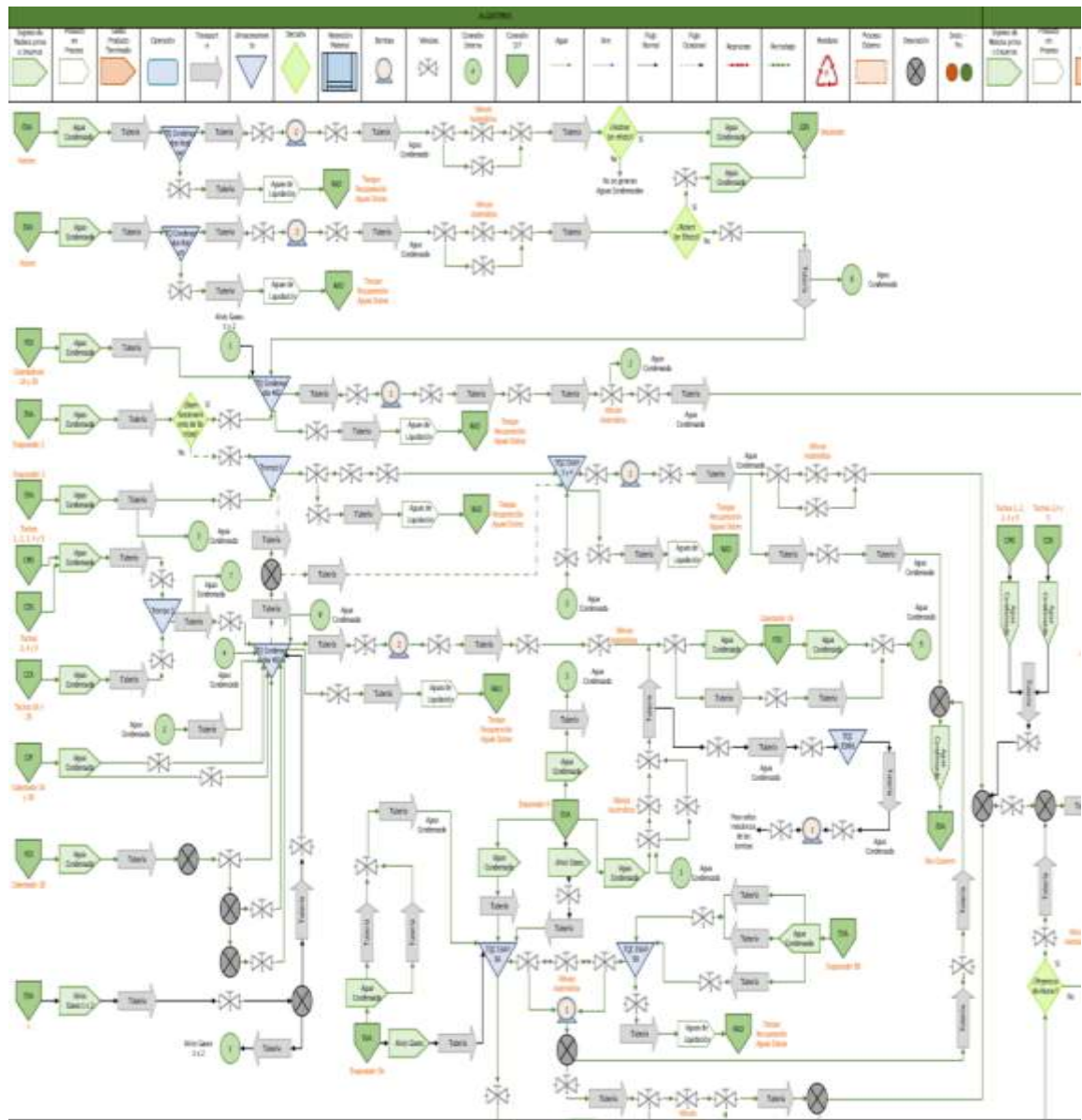
Ilustración 8. Nomenclatura diagramas de flujo del proceso productivo.



Fuente: Adaptado de documento interno.

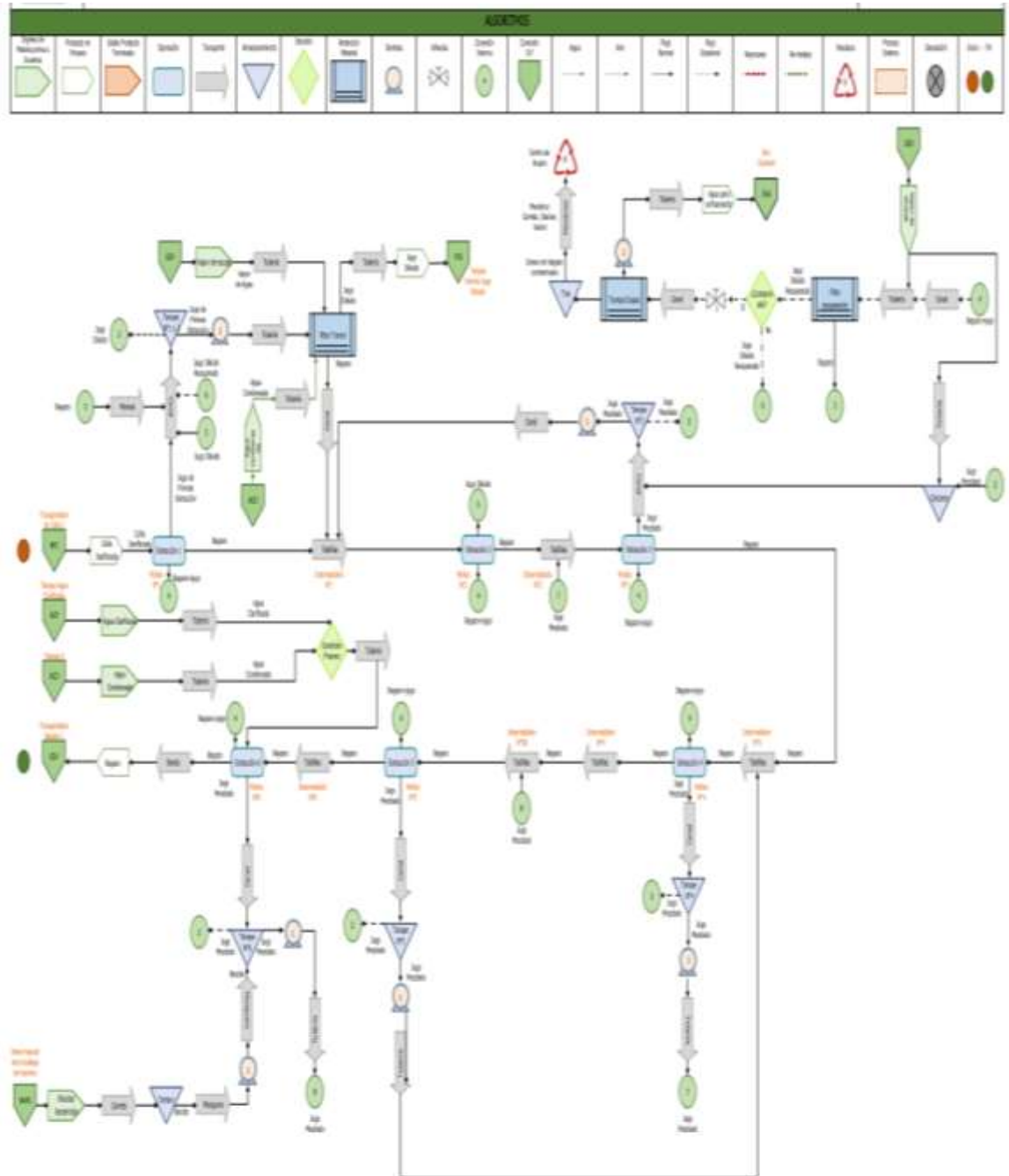
Como resultado de la elaboración de diagramas de flujo en el ingenio azucarero, a fin de graficar el proceso productivo, se presentan algunos de los diagramas elaborados, como ejemplo en la Ilustración 9, diagrama de flujo agua condensada y en la Ilustración 10, el diagrama de flujo molienda y extracción de jugo, y en la Ilustración 11, el diagrama de flujo centrifugación de masas A, B y C.

Ilustración 9. Diagrama de flujo agua condensada.



Fuente: Elaboración propia

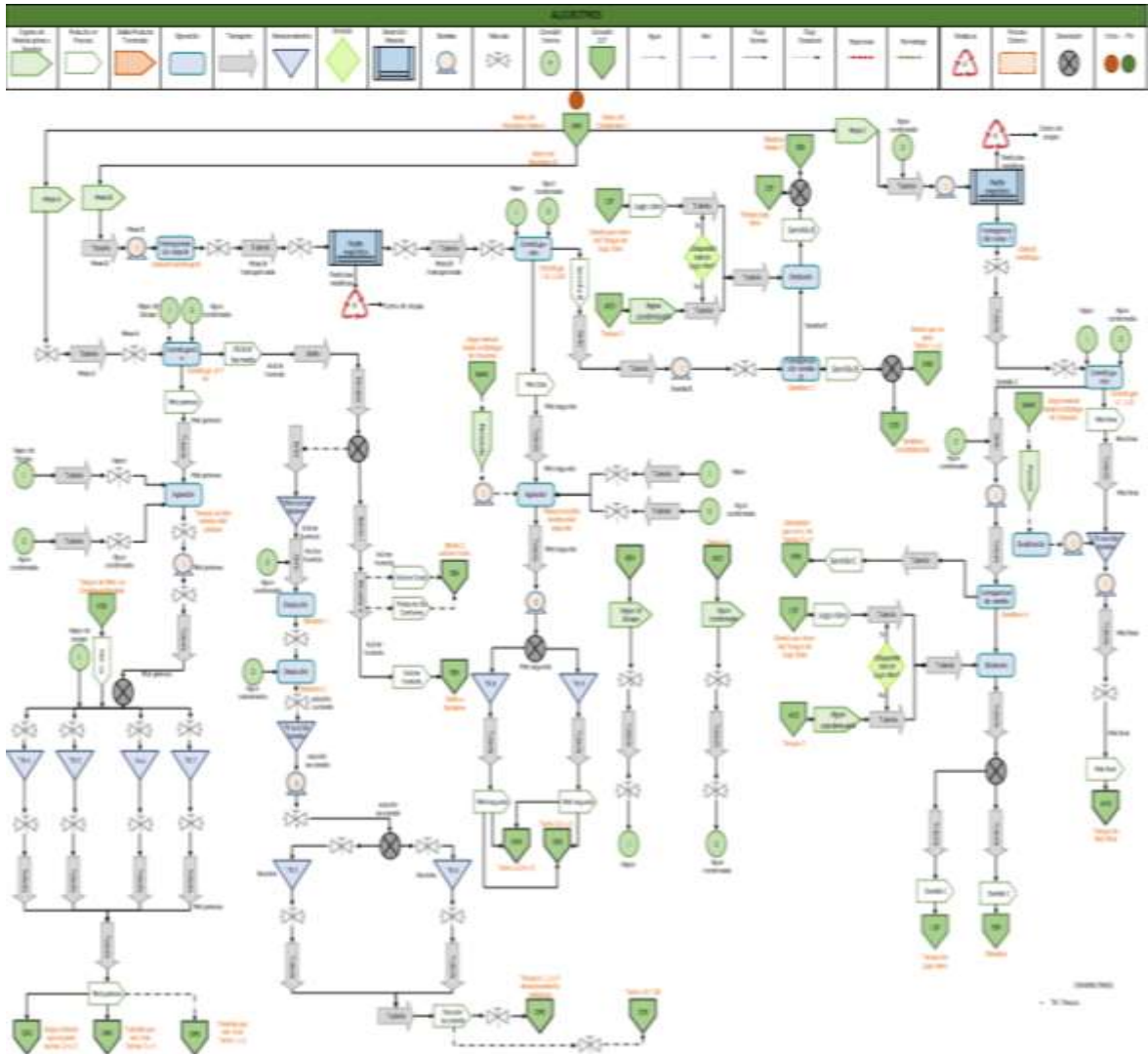
Ilustración 10. Diagrama de flujo molienda y extracción de jugo.



Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 11. Diagrama de flujo centrifugación de masas A, B y C.



Fuente: Elaboración propia.

No se presentan los demás diagramas de flujo de elaboración del azúcar del ingenio azucarero, por políticas internas de confidencialidad de la empresa, pero se presenta el listado completo de los diagramas realizados en la Tabla 8, ya que en los diagramas se tiene información de los insumos, materiales y maquinaria utilizada en las diferentes etapas de elaboración de azúcar.

## **8.2 ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE MEDICIÓN DEL IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.**

En el presente capítulo se presentan los principales resultados asociados al establecimiento de criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP del proceso actual de producción de azúcar granulada en un ingenio azucarero.

### **8.2.1 IDENTIFICAR VARIABLES DE ESTUDIO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CRITERIOS DE MEDICIÓN DEL IMPACTO DE IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.**

Como parte del resultado de la identificación de variables de estudio para el establecimiento de criterios de medición del impacto de la implantación del plan HACCP, se obtuvo la información histórica de los últimos 5 años, desde el año 2015 hasta el año 2019, de la cantidad de quintales reprocesados, devoluciones presentadas por fallas de no calidad y las causas de generación de producto potencialmente no inocuo (PPNI). En los cuales se presentan las diferentes causas que originan la desviación en las especificaciones técnicas del producto final, en la cual se analiza el comportamiento de los datos a través del tiempo y así poder medir el impacto de la implementación del plan HACCP estudiando la información desde un antes y un después de dicha implementación.

A continuación en la Tabla 20, se presenta la información histórica de la cantidad de quintales de azúcar reprocesados, clasificados por tipo de falla de no calidad.

Tabla 20. Causa reproceso en quintales de azúcar (QQ).

AÑO	CAUSA REPROCESO QUINTALES AZÚCAR (QQ)												
	BODEGA	ELABORACION											
	AVERIAS	SEDIMENTO	REGUEROS	PARTICULAS EXTRAÑAS	COLOR	HUMEDAD	TURBIEDAD	MICROBIOLOGÍA	PPNI	ENSAYOS EMPAQUE	DETERIORO DE EMPAQUE	COMPACTACIÓN	TOTAL QQ REPROCESADOS
2015	13259,60	950	662	28	1815		5817			583			23114,60
2016	8302,40		978,9	7627,5	1160			4649,4					22718,20
2017	5866,40	1068	697	864	2914						1862,8		13272,20
2018	4461,80	545	1237	773	4500,5		400		20		1540		13477,30
2019	6272,30		3507	426,5	2070,5	80			304,5	60	225	59	13004,80

Fuente: Elaboración propia, adaptado de estadísticas internas.

A continuación en la Tabla 21, se presenta el número de reclamos ocurridos desde el año 2015 hasta el año 2019, se clasificaron por tipo de falla de no calidad; es decir que especificación técnica de calidad no se cumplió o qué tipo de falla se presentó en el proceso, lo cual generó el incumplimiento al cliente.

Tabla 21. Número reclamos procedentes.

NÚMERO RECLAMOS PROCEDENTES								
AÑO	PARTICULAS EXTRAÑAS	TURBIEDAD	MICROBIOLOGÍA	PRESENCIA INSECTOS	TAMAÑO GRANO	ROTURA SACOS	COMPACTACIÓN	TOTAL EVENTOS
2015	1	1	2				3	7
2016	1			1		1	1	4
2017							3	3
2018							2	2
2019	1				1	1		3
<b>TOTAL</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>9</b>	<b>19</b>

Fuente: Elaboración propia, adaptado de estadísticas internas.

Por otra parte, como resultado de la identificación de variables de estudio para el establecimiento de criterios de medición del impacto de la implantación del plan HACCP, se obtiene la siguiente Tabla 22, en la cual se logra evidenciar los diferentes PCC y PPRO del plan HACCP y en qué etapa del proceso se pueden presentar las desviaciones.

Tabla 22. Descripción PCC y PPRO del plan HACCP.

PCC O PPRO	NOMBRE PCC O PPRO	PELIGRO POTENCIAL	ETAPA DEL PROCESO
PCC	DETECCIÓN DE PARTÍCULAS METÁLICAS	Material Extraño Metálico (Ferroso, no ferroso y acero inoxidable)	Transporte de azúcar (banda)
PPRO 1	MADURANTES Y TIEMPOS DE CARENCIA	Químico (residuales de pesticidas aplicados en el proceso de maduración de caña)	Cosecha de caña
PPRO 2	SULFITOS	Alérgenos(sulfitos)	Clarificación de meladura Sulfitación en preparación de jugo Envasado
PPRO 3	CLASIFICACIÓN DE GRANO	Físico(partículas extrañas)	Clasificación de grano
PPRO 4	RETENCIÓN DE PARTÍCULAS METÁLICAS	Material Extraño Metálico	Retención Magnético con Rejillas

Fuente: Elaboración propia, adaptado de documento interno.

Como resultado de seguimiento desde la implementación del plan HACCP en el año 2018, se mantienen una serie de controles en los pcc, ppro y diferentes etapas del proceso, a fin de garantizar la inocuidad del producto final, razón por la cual cada vez que en una etapa se presenta una desviación, esta se clasifica de acuerdo a su naturaleza y el lote de azúcar involucrado que presentó la desviación en una especificación técnica o parámetro de seguimiento, es separado de los demás lotes de producción, para realizar el respectivo análisis o plan de acción correspondiente, según criterios y estándares de inocuidad establecidos.

En la siguiente Tabla 23, causa generación PPNI, se presentan las diferentes causas de generación de producto potencialmente no inocuo (PPNI); es decir la cantidad de quintales de azúcar que presentaron la desviación en el proceso y son intervenidos, los cuales deben pasar por un control de análisis para establecer si dicho lote de producción puede ser reprocesado o se debe catalogar como producto no inocuo (PNI), el cual deberá tener otra disposición para uso no alimentario de consumo humano.

Tabla 23. Causa generación PPNI.

CAUSA GENERACIÓN PPNI							
AÑO	PCC DETECCIÓN DE PARTÍCULAS METÁLICAS	PPR01 MADURANTE S Y TIEMPOS DE CARENCIA	PPR02 SULFITOS	PPR03 CLASIFICACIÓN DE GRANO	PPR04 RETENCIÓN DE PARTÍCULAS METÁLICAS	MATERIAL EXTRAÑO	TOTAL PPNI
2018	52	19905	1331	5361	4643		31292
2019	2068	15966	880	14016		1818	34748

Fuente: Elaboración propia, adaptado de documento interno.

### 8.2.2 DETERMINAR Y DISEÑAR INDICADORES DE LOS PROCESOS DE REPROCESO, DEVOLUCIONES Y PRODUCTO POTENCIALMENTE NO INOCUO.

A continuación se presenta el resultado de la determinación y diseño de indicadores, teniendo en cuenta la información disponible y según los criterios de medición del impacto de implementación del plan HACCP, presentados en el capítulo anterior, en este capítulo se presentan los diferentes indicadores diseñados, los cuales facilitan el análisis de la información histórica obtenida, objeto de estudio.

Para la medición del % de reproceso de quintales de azúcar por fallas de no calidad se plantea la siguiente ecuación 2.

Ecuación 5. Indicador % Reproceso

$$\% \text{ Reproceso} = \frac{\text{Cantidad de reproceso (Quintales)}}{\text{Producción total (Quintales)}}$$

Fuente: Adaptado de Ingenio Azucarero Informe de Gestión

Para la medición del número de reclamos procedentes por año por fallas de no calidad se plantea la siguiente ecuación 3.

Ecuación 6. Indicador Número de reclamos por año

$$\text{Número Reclamos} * \text{Año} = \# \text{ Reclamos} * \text{Año}$$

Fuente: Adaptado de Ingenio Azucarero Informe de Gestión

Para la medición del % de PPNI por fallas de no calidad se plantea la siguiente ecuación 4.

Ecuación 7. Indicador % PPNI

$$\% \text{ Producto Potencialmente No Inocuo (PPNI)} = \frac{\text{Cantidad de PPNI (Quintales)}}{\text{Producción total (Quintales)}}$$

Fuente: Adaptado de Ingenio Azucarero Informe de Gestión

### **8.3 MEDICIÓN DEL IMPACTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.**

#### **8.3.1 DISEÑAR LAS HOJAS DE VIDA DE LOS INDICADORES ESTABLECIDOS DE REPROCESOS, RECLAMOS Y GENERACIÓN DE PRODUCTO POTENCIALMENTE NO INOCUO.**

A continuación se presenta como resultado las hojas de vida de los diferentes indicadores que se originan mediante la información histórica disponible y gracias al seguimiento de los procesos de reproceso, reclamos, y generación de producto potencialmente no inocuo.

Utilizando la plantilla hoja de vida de indicadores propuestos de la Tabla 9, se obtiene como resultado la presentación independiente de cada indicador propuesto.

Se diligencio cada hoja con la información histórica requerida para la construcción de cada indicador, nombre del indicador, ecuación del indicador, meta, unidad de medida, y lectura del indicador; es decir, sí es mejor que el indicador sea alto o bajo. Como ejemplo se utilizaron datos históricos de seguimiento del año 2019.

Luego de diligenciados los campos correspondientes, automáticamente se actualiza la gráfica, presentando el resultado del indicador mes por mes y adicionalmente, va arrojando el resultado del indicador anual, ya que este se construye a partir de la información mensual de manera acumulada.

A continuación en la Tabla 24, indicador % reproceso por averías, se puede evidenciar la plantilla de hoja de vida del indicador diligenciada, según criterios establecidos.

Tabla 24. Indicador % reproceso por averías.

INDICADOR % REPROCESO POR AVERÍAS			
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por las averías presentadas		
Calculo	$(\text{Averías reprocesadas (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)		
MES	AVERÍAS REPROCESADAS	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES	GRÁFICO DE CONTROL
Enero	897	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR AVERÍAS</b></p>
Febrero	1	152293	
Marzo	613,8	147362,2	
Abril	305,6	67958,4	
Mayo	584,5	72796,1	
Junio	686	129520,8	
Julio	707	150064	
Agosto	196	173961,4	
Septiembre	730	164787,2	
Octubre	421	103166,7	
Noviembre	725,8	156396,8	
Diciembre	404,6	151314,3	
TOTAL AÑO	6272,3	1648140,3	0,38%      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

Como se logra observar en la Tabla 24, indicador % reproceso por averías, se visualiza la información de una manera detallada, consecutiva y de fácil interpretación de análisis, para establecer las medidas de acción según sea el caso respecto a la meta establecida por el área usuaria de dicho indicador.

En la Tabla 25, se presenta el indicador % reproceso por regueros, se evidencia un aumento en los regueros en el mes de agosto, representando un 0,69% de regueros respecto a la producción de azúcar granulada del mes de agosto, finalmente el indicador anual del % de reproceso por regueros, termina representando un 0,21 % respecto a la producción del año 2019.



Tabla 25. Indicador % reproceso por regueros.

INDICADOR % REPROCESO POR REGUEROS			
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por regueros de azúcar granulada presentada.		
Calculo	$(\text{Reguero reprocesado (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)		
MES	REGUERO REPROCESADO (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL
Enero	162	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR REGUEROS</b></p>
Febrero	47	152293	
Marzo	108	147362,2	
Abril	76	67958,4	
Mayo	170	72796,1	
Junio	307	129520,8	
Julio	340	150064	
Agosto	1192	173961,4	
Septiembre	303	164787,2	
Octubre	205	103166,7	
Noviembre	247	156396,8	
Diciembre	350	151314,3	
TOTAL AÑO	3507	1648140,3	0,21%      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 26 , se presenta el indicador % reproceso por sedimento, se evidencia para el año 2019 que la variable estuvo bajo control, ya que no se presentó ningún evento correspondiente a reproceso por sedimento en el azúcar granulada.

Tabla 26. Indicador % reproceso por sedimento.

INDICADOR % REPROCESO POR SEDIMENTO			
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por sedimento en el azúcar granulada.		
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por sedimento (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)		
MES	REPROCESO POR SEDIMENTO (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;">% REPROCESO POR SEDIMENTO</p>
Febrero	0	152293	
Marzo	0	147362,2	
Abril	0	67958,4	
Mayo	0	72796,1	
Junio	0	129520,8	
Julio	0	150064	
Agosto	0	173961,4	
Septiembre	0	164787,2	
Octubre	0	103166,7	
Noviembre	0	156396,8	
Diciembre	0	151314,3	
TOTAL AÑO	0	1648140,3	0,00%      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la Tabla 27 , la hoja de vida del indicador de reproceso por partículas extrañas, el cual representa el reproceso que se produce por partes de insectos, vidrio, partículas metálicas y cualquier objeto extraño que entre en contacto con el producto terminado, como se logra observar el indicador % para el 2019 representó el 0.03% de reproceso por partículas extrañas, se logra visualizar la información de una manera detallada, consecutiva y de fácil interpretación de análisis, para establecer las medidas de acción según sea el caso respecto a la meta establecida por el área usuaria de dicho indicador.

Tabla 27. Indicador % reproceso por partículas extrañas.

INDICADOR % REPROCESO POR PATÍCULAS EXTRAÑAS			
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por partículas extrañas en el azúcar granulada.		
Calculo	$(\text{partículas extrañas (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)		
MES	REPROCESO POR PARTÍCULAS EXTRAÑAS (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR PARTÍCULAS EXTRAÑAS</b></p>
Febrero	0	152293	
Marzo	0	147362,2	
Abril	0	67958,4	
Mayo	226,5	72796,1	
Junio	200	129520,8	
Julio	0	150064	
Agosto	0	173961,4	
Septiembre	0	164787,2	
Octubre	0	103166,7	
Noviembre	0	156396,8	
Diciembre	0	151314,3	
TOTAL AÑO	426,5	1648140,3	0,03%      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la Tabla 28 , la hoja de vida del indicador de reproceso por color, el cual representa el reproceso que se produce por incumplimiento en las especificaciones fisicoquímicas respecto al color, sea por requisito normativo o requisito de cliente, según ficha técnica del producto, se logra observar el indicador % para el 2019 representó el 0.13% de reproceso por color fuera de especificación, se logra visualizar la información de una manera detallada, consecutiva y de fácil interpretación de análisis, para establecer las medidas de acción según sea el caso respecto a la meta establecida por el área usuaria de dicho indicador.

Tabla 28. Indicador % reproceso por color.

INDICADOR % REPROCESO POR COLOR			
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por color fuera de especificación en el azúcar granulada.		
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por color (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)		
MES	REPROCESO POR COLOR (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;">% REPROCESO POR COLOR FUERA DE ESPECIFICACIÓN</p>
Febrero	0	152293	
Marzo	160	147362,2	
Abril	0	67958,4	
Mayo	0	72796,1	
Junio	0	129520,8	
Julio	787	150064	
Agosto	556,5	173961,4	
Septiembre	160	164787,2	
Octubre	0	103166,7	
Noviembre	0	156396,8	
Diciembre	407	151314,3	
TOTAL AÑO	2070,5	1648140,3	0,13%      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la Tabla 29 , la hoja de vida del indicador de reproceso por humedad, el cual representa el reproceso que se produce por incumplimiento en las especificaciones fisicoquímicas respecto a la humedad en el producto terminado, sea por requisito normativo o requisito de cliente, según ficha técnica del producto, se logra observar el indicador % para el 2019 representó el 0.005% de reproceso por color fuera de especificación, se logra visualizar la información de una manera detallada, consecutiva y de fácil interpretación de análisis, para establecer las medidas de acción según sea el caso respecto a la meta establecida por el área usuaria de dicho indicador.

Tabla 29. Indicador % reproceso por humedad.

INDICADOR % REPROCESO POR HUMEDAD																													
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por humedad fuera de especificación en el azúcar granulada.																												
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por humedad (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$																												
Meta	%																												
Unidad Medida	%																												
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)																												
MES	REPROCESO POR HUMEDAD (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL																										
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR HUMEDAD FUERA DE ESPECIFICACIÓN</b></p> <table border="1"> <caption>Data for Control Chart</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>% Reproceso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Enero</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Febrero</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Marzo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Abril</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Mayo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Junio</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Julio</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Agosto</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Septiembre</td><td>0,05%</td></tr> <tr><td>Octubre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Noviembre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Diciembre</td><td>0,00%</td></tr> </tbody> </table>	Mes	% Reproceso	Enero	0,00%	Febrero	0,00%	Marzo	0,00%	Abril	0,00%	Mayo	0,00%	Junio	0,00%	Julio	0,00%	Agosto	0,00%	Septiembre	0,05%	Octubre	0,00%	Noviembre	0,00%	Diciembre	0,00%
Mes	% Reproceso																												
Enero	0,00%																												
Febrero	0,00%																												
Marzo	0,00%																												
Abril	0,00%																												
Mayo	0,00%																												
Junio	0,00%																												
Julio	0,00%																												
Agosto	0,00%																												
Septiembre	0,05%																												
Octubre	0,00%																												
Noviembre	0,00%																												
Diciembre	0,00%																												
Febrero	0	152293																											
Marzo	0	147362,2																											
Abril	0	67958,4																											
Mayo	0	72796,1																											
Junio	0	129520,8																											
Julio	0	150064																											
Agosto	0	173961,4																											
Septiembre	80	164787,2																											
Octubre	0	103166,7																											
Noviembre	0	156396,8																											
Diciembre	0	151314,3																											
TOTAL AÑO	80	1648140,3	0,005%      Indicador Anual (Acumulado)																										

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla 30, se presenta la hoja de vida del indicador % reproceso por turbiedad, se evidencia para el año 2019 la variable estuvo bajo control, ya que no se presentó ningún evento correspondiente a reproceso por turbiedad en el azúcar granulado.

Tabla 30. Indicador % reproceso por turbiedad.

INDICADOR % REPROCESO POR TURBIEDAD			
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por turbiedad fuera de especificación en el azúcar granulada.		
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por turbiedad (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)		
MES	REPROCESO POR HUMEDAD (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR TURBIEDAD FUERA DE ESPECIFICACIÓN</b></p> <p>100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00%</p> <p>0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00% 0,00%</p> <p>Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre</p>
Febrero	0	152293	
Marzo	0	147362,2	
Abril	0	67958,4	
Mayo	0	72796,1	
Junio	0	129520,8	
Julio	0	150064	
Agosto	0	173961,4	
Septiembre	0	164787,2	
Octubre	0	103166,7	
Noviembre	0	156396,8	
Diciembre	0	151314,3	
TOTAL AÑO	0	1648140,3	0,000%      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla 31, se presenta la hoja de vida del indicador % reproceso por microbiología, se evidencia para el año 2019 la variable estuvo bajo control, ya que no se presentó ningún evento correspondiente a reproceso por microbiología en el azúcar granulada.

Tabla 31. Indicador % reproceso por microbiología.

INDICADOR % REPROCESO POR MICROBIOLOGÍA			
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por microbiología fuera de especificación en el azúcar granulada.		
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por microbiología (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$		
Meta	%		
Unidad Medida	%		
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)		
MES	REPROCESO POR MICROBIOLOGÍA (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR MICROBIOLOGÍA FUERA DE ESPECIFICACIÓN</b></p> <p>100,00% 80,00% 60,00% 40,00% 20,00% 0,00%</p> <p>Enero Febrero Marzo Abril Mayo Junio Julio Agosto Septiembre Octubre Noviembre Diciembre</p>
Febrero	0	152293	
Marzo	0	147362,2	
Abril	0	67958,4	
Mayo	0	72796,1	
Junio	0	129520,8	
Julio	0	150064	
Agosto	0	173961,4	
Septiembre	0	164787,2	
Octubre	0	103166,7	
Noviembre	0	156396,8	
Diciembre	0	151314,3	
TOTAL AÑO	0	1648140,3	0,000%      Indicador Anual (Acumulado)

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la Tabla 32, la hoja de vida del indicador de reproceso por ensayos de empaque, el rechazo se puede presentar cada vez que se evalúa un nuevo tipo de empaque o un nuevo proveedor de empaque, se logra observar el indicador % para el 2019 representó el 0.004% de reproceso por ensayos de empaque, se logra visualizar la información de una manera detallada, consecutiva y de fácil interpretación de análisis, para establecer las medidas de acción según sea el caso respecto a la meta establecida por el área usuaria de dicho indicador.

Tabla 32. Indicador % reproceso por ensayos de empaque.

INDICADOR % REPROCESO POR ENSAYOS DE EMPAQUE																													
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por ensayos de empaque.																												
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por ensayos de empaque (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$																												
Meta	%																												
Unidad Medida	%																												
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)																												
MES	REPROCESO POR ENSAYOS DE EMPAQUE (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL																										
Enero	60	178519,4	<p style="text-align: center;">% REPROCESO POR ENSAYOS DE EMPAQUE</p> <table border="1"> <caption>Data for % REPROCESO POR ENSAYOS DE EMPAQUE</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Enero</td><td>0,03%</td></tr> <tr><td>Febrero</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Marzo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Abril</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Mayo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Junio</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Julio</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Agosto</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Septiembre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Octubre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Noviembre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Diciembre</td><td>0,00%</td></tr> </tbody> </table>	Mes	%	Enero	0,03%	Febrero	0,00%	Marzo	0,00%	Abril	0,00%	Mayo	0,00%	Junio	0,00%	Julio	0,00%	Agosto	0,00%	Septiembre	0,00%	Octubre	0,00%	Noviembre	0,00%	Diciembre	0,00%
Mes	%																												
Enero	0,03%																												
Febrero	0,00%																												
Marzo	0,00%																												
Abril	0,00%																												
Mayo	0,00%																												
Junio	0,00%																												
Julio	0,00%																												
Agosto	0,00%																												
Septiembre	0,00%																												
Octubre	0,00%																												
Noviembre	0,00%																												
Diciembre	0,00%																												
Febrero	0	152293																											
Marzo	0	147362,2																											
Abril	0	67958,4																											
Mayo	0	72796,1																											
Junio	0	129520,8																											
Julio	0	150064																											
Agosto	0	173961,4																											
Septiembre	0	164787,2																											
Octubre	0	103166,7																											
Noviembre	0	156396,8																											
Diciembre	0	151314,3																											
TOTAL AÑO	60	1648140,3	0,004%      Indicador Anual (Acumulado)																										

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la Tabla 33, la hoja de vida del indicador de reproceso por deterioro de empaque, el reproceso se puede presentar cada vez que se utiliza empaque deteriorado que se encontraba en stock, es decir que el diseño no corresponda al solicitado por el cliente, deterioro en el rotulado del empaque el cual puede ser por actualización de requisitos normativos. Se logra observar el indicador % para el 2019 representó el 0.014% de reproceso por deterioro de empaque, gracias al seguimiento del indicador se pueden establecer las medidas de acción según sea el caso respecto a la meta establecida por el área usuaria de dicho indicador.



Tabla 33. Indicador % reproceso por deterioro de empaque.

INDICADOR % REPROCESO POR DETERIORO DE EMPAQUE																													
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por deterioro de empaque.																												
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por deterioro de empaque (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$																												
Meta	%																												
Unidad Medida	%																												
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)																												
MES	REPROCESO POR DETERIORO DE EMPAQUE (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL																										
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR DETERIORO DE EMPAQUE</b></p> <table border="1"> <caption>Data for % REPROCESO POR DETERIORO DE EMPAQUE</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Enero</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Febrero</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Marzo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Abril</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Mayo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Junio</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Julio</td><td>0,05%</td></tr> <tr><td>Agosto</td><td>0,08%</td></tr> <tr><td>Septiembre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Octubre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Noviembre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Diciembre</td><td>0,00%</td></tr> </tbody> </table>	Mes	%	Enero	0,00%	Febrero	0,00%	Marzo	0,00%	Abril	0,00%	Mayo	0,00%	Junio	0,00%	Julio	0,05%	Agosto	0,08%	Septiembre	0,00%	Octubre	0,00%	Noviembre	0,00%	Diciembre	0,00%
Mes	%																												
Enero	0,00%																												
Febrero	0,00%																												
Marzo	0,00%																												
Abril	0,00%																												
Mayo	0,00%																												
Junio	0,00%																												
Julio	0,05%																												
Agosto	0,08%																												
Septiembre	0,00%																												
Octubre	0,00%																												
Noviembre	0,00%																												
Diciembre	0,00%																												
Febrero	0	152293																											
Marzo	0	147362,2																											
Abril	0	67958,4																											
Mayo	0	72796,1																											
Junio	0	129520,8																											
Julio	80	150064																											
Agosto	145	173961,4																											
Septiembre	0	164787,2																											
Octubre	0	103166,7																											
Noviembre	0	156396,8																											
Diciembre	0	151314,3																											
TOTAL AÑO	225	1648140,3	0,014%      Indicador Anual (Acumulado)																										

A continuación se presenta en la Tabla 34, la hoja de vida del indicador de reproceso por compactación, el reproceso se puede presentar por aterronamiento en el azúcar granulado, lo cual se puede asociar a un inadecuado almacenamiento en el que no se controle la temperatura del lugar de almacenamiento, o que se empaque con exceso de humedad fuera de especificación. Se logra observar el indicador % para el 2019 representó el 0.004% de reproceso por compactación, gracias al seguimiento del indicador se pueden establecer las medidas de acción según sea el caso respecto a la meta establecida por el área usuaria de dicho indicador.

Tabla 34. Indicador % reproceso por compactación.

INDICADOR % REPROCESO POR COMPACTACIÓN																													
Objetivo	Medir el % de reproceso ocasionado por compactación en el azúcar																												
Calculo	$(\text{quintales reprocesados por compactación (QQ)} / \text{Producción mensual (QQ)}) * 100$																												
Meta	%																												
Unidad Medida	%																												
Lectura	↓ (Es mejor que sea bajo)																												
MES	REPROCESO POR COMPACTACIÓN (QQ)	TOTAL PRODUCCIÓN MENSUAL EN QUINTALES (QQ)	GRÁFICO DE CONTROL																										
Enero	0	178519,4	<p style="text-align: center;"><b>% REPROCESO POR COMPACTACIÓN</b></p> <table border="1"> <caption>Data for % REPROCESO POR COMPACTACIÓN</caption> <thead> <tr> <th>Mes</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Enero</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Febrero</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Marzo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Abril</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Mayo</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Junio</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Julio</td><td>0,04%</td></tr> <tr><td>Agosto</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Septiembre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Octubre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Noviembre</td><td>0,00%</td></tr> <tr><td>Diciembre</td><td>0,00%</td></tr> </tbody> </table>	Mes	%	Enero	0,00%	Febrero	0,00%	Marzo	0,00%	Abril	0,00%	Mayo	0,00%	Junio	0,00%	Julio	0,04%	Agosto	0,00%	Septiembre	0,00%	Octubre	0,00%	Noviembre	0,00%	Diciembre	0,00%
Mes	%																												
Enero	0,00%																												
Febrero	0,00%																												
Marzo	0,00%																												
Abril	0,00%																												
Mayo	0,00%																												
Junio	0,00%																												
Julio	0,04%																												
Agosto	0,00%																												
Septiembre	0,00%																												
Octubre	0,00%																												
Noviembre	0,00%																												
Diciembre	0,00%																												
Febrero	0	152293																											
Marzo	0	147362,2																											
Abril	0	67958,4																											
Mayo	0	72796,1																											
Junio	0	129520,8																											
Julio	59	150064																											
Agosto	0	173961,4																											
Septiembre	0	164787,2																											
Octubre	0	103166,7																											
Noviembre	0	156396,8																											
Diciembre	0	151314,3																											
TOTAL AÑO	59	1648140,3	0,004%      Indicador Anual (Acumulado)																										

Así como se utiliza la plantilla hoja de vida de indicadores propuestos de la Tabla 9, para representar el indicador % de averías y el indicador % de regueros, se utiliza en los demás indicadores propuestos, los cuales se presentan de manera consolidada en el siguiente capítulo en la Tabla 35, Grupo de indicadores.

### 8.3.2 APLICAR LOS INDICADORES DISEÑADOS SEGÚN LOS CRITERIOS DE MEDICIÓN ESTABLECIDOS.

Teniendo en cuenta la aplicación de la metodología utilizada de indicadores, según los criterios establecidos, se procede con la aplicación de los diferentes indicadores planteados en el capítulo anterior, los cuales son presentados en este capítulo en la Tabla 35, además se describe su análisis y como logran medir el impacto que ha tenido la implementación del plan HACCP en el ingenio azucarero.

Tabla 35. Grupo de indicadores.

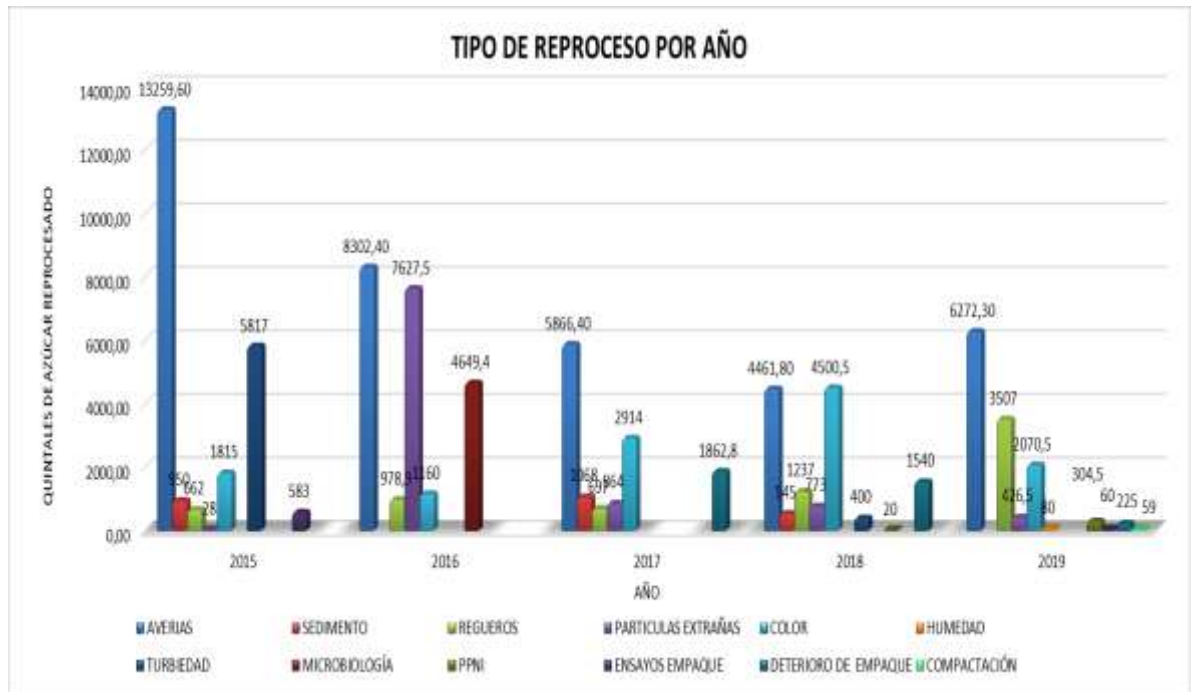
GRUPO	INDICADOR	2015	2016	2017	2018	2019	UNIDAD	LECTURA
REPROCESO	REPROCESO POR AVERÍAS	0,80%	0,49%	0,36%	0,25%	0,38%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR SEDIMENTO	0,06%	0,00%	0,07%	0,03%	0,00%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR REGUEROS	0,04%	0,06%	0,04%	0,07%	0,21%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR PARTÍCULAS EXTRAÑAS	0,00%	0,45%	0,05%	0,04%	0,03%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR COLOR	0,11%	0,07%	0,18%	0,25%	0,13%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR HUMEDAD	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR TURBIEDAD	0,35%	0,00%	0,00%	0,02%	0,00%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR MICROBIOLOGÍA	0,00%	0,27%	0,00%	0,00%	0,00%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR ENSAYOS DE EMPAQUE	0,04%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR DETERIORO DE EMPAQUE	0,00%	0,00%	0,12%	0,09%	0,01%	Porcentaje	↓
	REPROCESO POR COMPACTACIÓN	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	Porcentaje	↓
RECLAMOS	RECLAMOS POR PARTÍCULAS EXTRAÑAS	1	1	0	0	1	Eventos por año	↓
	RECLAMOS POR TURBIEDAD	1	0	0	0	0	Eventos por año	↓
	RECLAMOS POR MICROBIOLOGÍA	2	0	0	0	0	Eventos por año	↓
	RECLAMOS POR PRESENCIA DE INSECTOS	0	1	0	0	0	Eventos por año	↓
	RECLAMOS POR TAMAÑO DE GRANO	0	0	0	0	1	Eventos por año	↓
	RECLAMOS POR ROTURA DE SACOS	0	1	0	0	1	Eventos por año	↓
	RECLAMOS POR COMPACTACIÓN	3	1	3	2	0	Eventos por año	↓
PPNI	PCC DETECCIÓN DE PARTICULAS METÁLICAS	No se cuenta con información ya que aún no se había implementado el plan HACCP			0,00%	0,13%	Porcentaje	↓
	PPR01 MADURANTES Y TIEMPOS DE CARENCIA				1,11%	0,97%	Porcentaje	↓
	PPR02 SULFITOS				0,07%	0,05%	Porcentaje	↓
	PPR03 CLASIFICACIÓN DE GRANO				0,30%	0,85%	Porcentaje	↓
	PPR04 RETENCIÓN DE PARTICULAS METÁLICAS				0,26%	0,00%	Porcentaje	↓
	MATERIAL EXTRAÑO				0,00%	0,11%	Porcentaje	↓
EFICACIA	DESEMPEÑO GENERAL PLAN HACCP				92%	93%	Porcentaje	↑

Fuente: Elaboración propia.

Gracias a la aplicación de la metodología de indicadores utilizada, se puede realizar el seguimiento de cada uno de los indicadores, con el fin de analizar su comportamiento, establecer una meta de control y utilizar el resultado para tomar las medidas de acción correspondientes, a fin de controlar el comportamiento esperado del proceso productivo.

A continuación en la Ilustración 12, se presenta un análisis detallado de la información histórica del reproceso generado clasificado por tipo de falla de no calidad.

Ilustración 12. Tipo de reproceso por año.



Fuente: Elaboración propia.

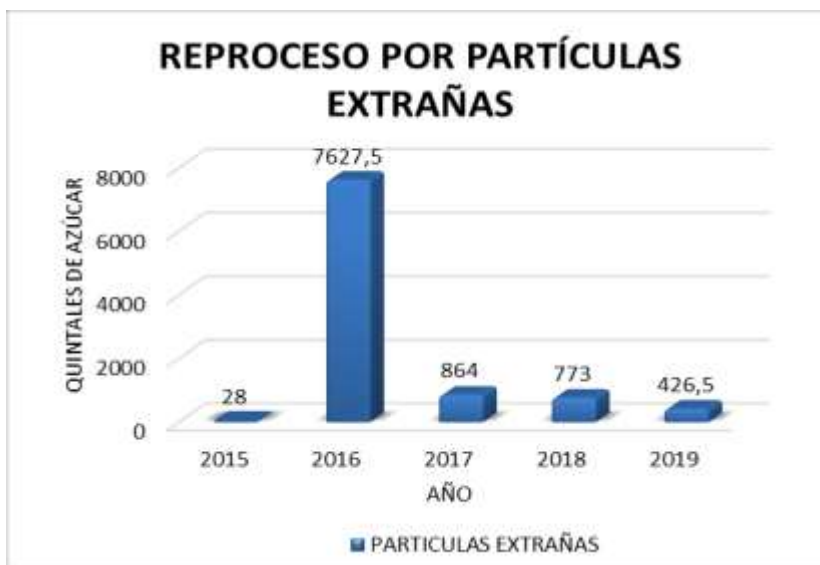
Como se logra evidenciar en el Ilustración 12, el tipo de reproceso por año la clasificación de fallas de no calidad; es decir qué tipo de variable de calidad no cumplió con el requisito de norma técnica de calidad del producto final, según su ficha técnica, motivo por el cual se debió reprocesar dicha cantidad de azúcar hasta cumplir las especificaciones requeridas por el cliente.

Analizando a detalle el comportamiento de cada variable individualmente, se logra ver la disminución en la cantidad reprocesada cada año, puede decirse que esto se logra al arduo trabajo realizado por el control de calidad, realizado en cada etapa del proceso, ya que el ingenio cuenta con un plan de inspección y ensayo en laboratorio de análisis de muestras de producto en proceso y producto final que permite detectar las fallas de no calidad, desde el producto en proceso hasta el producto final, lo cual gracias a la trazabilidad de la producción, logra analizar la causa que originó la desviación en el proceso, información que a su vez es reportada a los ingenieros de elaboración para establecer el respectivo plan de

acción con el fin de corregir o eliminar la desviación detectada en una futura producción de azúcar granulada.

Un ejemplo de la reducción de la cantidad de quintales reprocesados por año, se puede evidenciar en la Ilustración 13, se presenta la gráfica de reproceso por partículas extrañas.

Ilustración 13. Reproceso por partículas extrañas.



Fuente: Elaboración propia.

Se evidencia una reducción significativa año tras año, se puede decir que esto se logra gracias a la mejora continua lograda por los diferentes sistemas de gestión, y con la implementación del plan HACCP el cual establece controles más estrictos con el fin de prevenir cualquier tipo de contaminación que altere la inocuidad del producto final.

Para el caso de detección de partículas extrañas en azúcar granulada, se realiza un análisis de control de calidad, el cual consiste en analizar el azúcar y detectar si contiene partículas extrañas, como pueden ser de tipo ferroso, no ferroso, granos amarillos, partes de insectos, terrones u otras partículas.

Debido a la implementación del plan HACCP el cual tuvo inicio en el año 2018, el ingenio azucarero adquirió un detector de metales, el cual logra analizar todos los quintales de azúcar producidos, permitiendo detectar si un lote de producción contiene partículas metálicas y de esta forma tomar acciones correctivas.

Gracias a las medidas correctivas y planes de acción realizados, se logra cada vez más disminuir el indicador de % de reproceso por partículas extrañas en el azúcar, logrando a su vez una disminución en el costo que se genera por el reproceso de azúcar.

Aplicando el indicador planteado de la ecuación 2, a los datos históricos disponibles obtenemos el siguiente resultado, presentado a continuación en la Tabla 36.

Tabla 36. Aplicación ecuación 2, indicador % reproceso respecto de la producción total de azúcar.

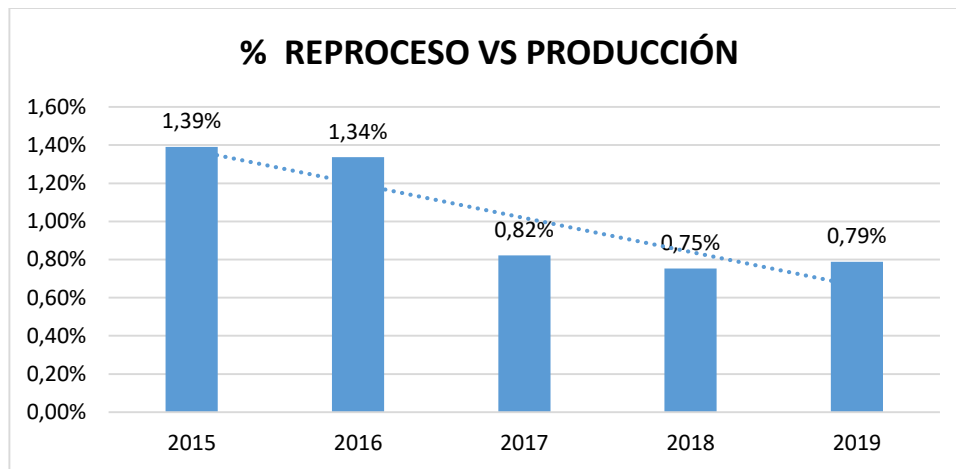
AÑO	TOTAL QQ REPROCESADOS	PRODUCCIÓN TOTAL QQ	INDICADOR
			% REPROCESO VS PRODUCCIÓN
2015	23114,60	1.662.664,04	1,39%
2016	22718,20	1.700.228,80	1,34%
2017	13272,20	1.613.774,90	0,82%
2018	13477,30	1.787.889,90	0,75%
2019	13004,80	1.648.140,30	0,79%

Fuente: Elaboración propia.

Mediante la aplicación del indicador de la ecuación 2, se puede analizar el % de producto reprocesado respecto a la producción total del año de quintales de azúcar granulada, se logra observar una reducción del % de azúcar reprocesado año tras año, lo cual significa para la empresa una reducción del costo por reproceso, mejorando así una disminución en el costo promedio del producto final.

A continuación se representa gráficamente la reducción del % de azúcar reprocesado desde el año 2015 hasta el año 2019, en la Ilustración 14.

Ilustración 14. Reducción del % de azúcar reprocesado año 2015 – 2019.

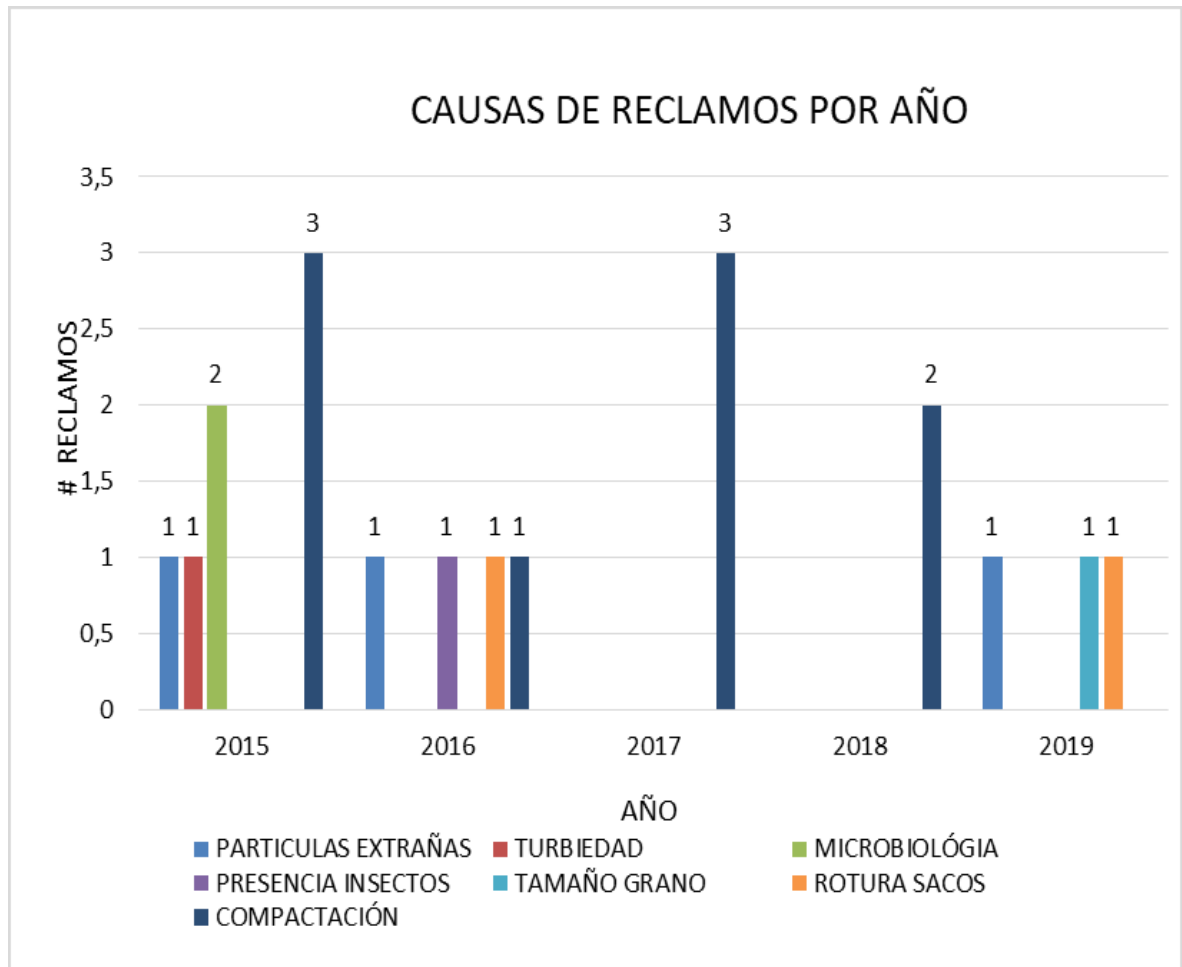


Fuente: elaboración propia.

## RECLAMOS POR FALLAS DE NO CALIDAD

Se logra identificar en la Ilustración 15, Causas de reclamos por año, que pese a la gran producción de azúcar granulada del ingenio azucarero, se tienen pocos reclamos cada año, sin embargo se evidencian reclamos por diferentes tipos de causales en las fallas de no calidad, por ejemplo la falla de no calidad de partículas extrañas en los últimos 5 años se ha presentado 3 veces, mientras que la falla de no calidad que más se ha presentado en los últimos 5 años es por compactación con un total de 9 eventos.

Ilustración 15. Causas de reclamos por año.



Fuente: Elaboración propia

Aplicando el indicador planteado de la ecuación 3, a los datos históricos disponibles de los reclamos procedentes, por fallas de no calidad se obtiene el siguiente resultado, el cual se presenta en la Ilustración 16, Numero de reclamos procedentes por año:



Ilustración 16. Número de reclamos procedentes por año.



Fuente: Elaboración propia.

Pese a los eventos ocurridos por fallas de no calidad, se logra evidenciar una reducción en la cantidad de eventos ocurridos cada año, esta tendencia a la baja, se puede relacionar con la implementación de los diferentes sistemas de gestión con los que cuenta el ingenio, ya que debido a los planes de acción que se generan a raíz de todas estas causales por fallas de no calidad, se logra obtener una mejora continua en las diferentes etapas del proceso productivo.

### **PRODUCTO POTENCIALMENTE NO INOCUO (PPNI).**

Se logra observar en la siguiente Ilustración 17, de una manera gráfica las cantidades y tipo de PPNI generado año tras año.

Ilustración 17. PPNI generado cada año.



Fuente: Elaboración propia.

Aplicando el indicador planteado de la ecuación 4 a los datos históricos disponibles, se logra observar que en el año 2018 se generó un 1,75 % de PPNI respecto a la producción total del año y en el año 2019 se generó un 2,11% de PPNI respecto a la producción total del año, tal y como se presenta en la Tabla 37.

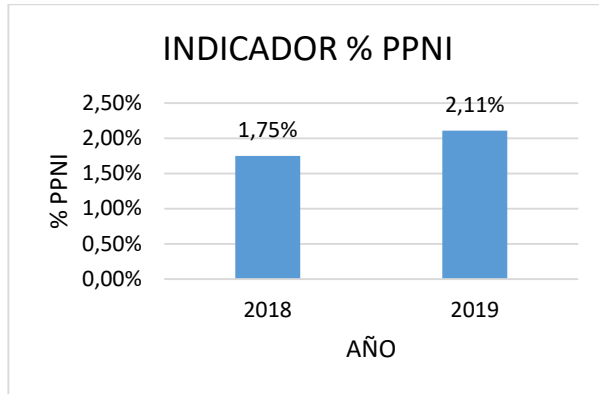
Tabla 37. Aplicación ecuación 4, indicador % PPNI respecto a la producción anual.

AÑO	TOTAL PPNI	PRODUCCIÓN TOTAL QQ	INDICADOR % PPNI VS PRODUCCIÓN
2018	31292	1787889,9	1,75%
2019	34748	1648140,3	2,11%

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se representa gráficamente, en la Ilustración 18, el comportamiento anual que ha tenido el indicador % PPNI respecto a la producción anual, en la cual se logra observar un leve aumento del % de PPNI, al cual se le puede realizar seguimiento y determinar si dicho aumento obedece al aumento de la producción y establecer de esta forma una tabla de control con sus respectivas variables de estudio.

Ilustración 18. Comportamiento anual indicador PPNI respecto a la pn anual.



Fuente: Elaboración propia.

Con la aplicación del anterior indicador se logra medir el % de PPNI respecto a la producción total de azúcar granulada, lo cual permite realizar la medición del comportamiento del PPNI evaluando su cumplimiento respecto a la meta establecida para este indicador.

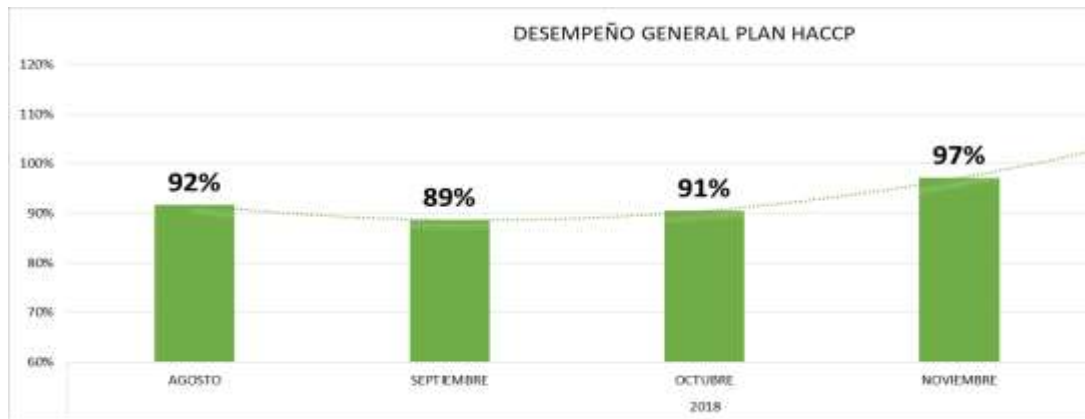
### **MEDICIÓN EFICACIA PLAN HACCP**

Como resultado se presenta el seguimiento al indicador de eficacia de la medición del plan HACCP en el ingenio azucarero, el cual ha sido cuantificado desde su implementación, el cual representa el % de cumplimiento que tiene el plan HACCP respecto a la lista de verificación presentada en el Anexo A, la cual tiene como objetivo medir la efectividad respecto al cumplimiento del mantenimiento y actualización de los requerimientos documentales, aplicación de medidas de control y supervisión de los principios de inocuidad.

A continuación se presenta en la Ilustración 19 e Ilustración 20, el seguimiento del indicador de desempeño general del plan HACCP en los últimos dos años 2018 y 2019, luego de su implementación, en el cual se logra evidenciar que se tiene un buen nivel de cumplimiento, ya que la meta de cumplimiento es del 80% y los

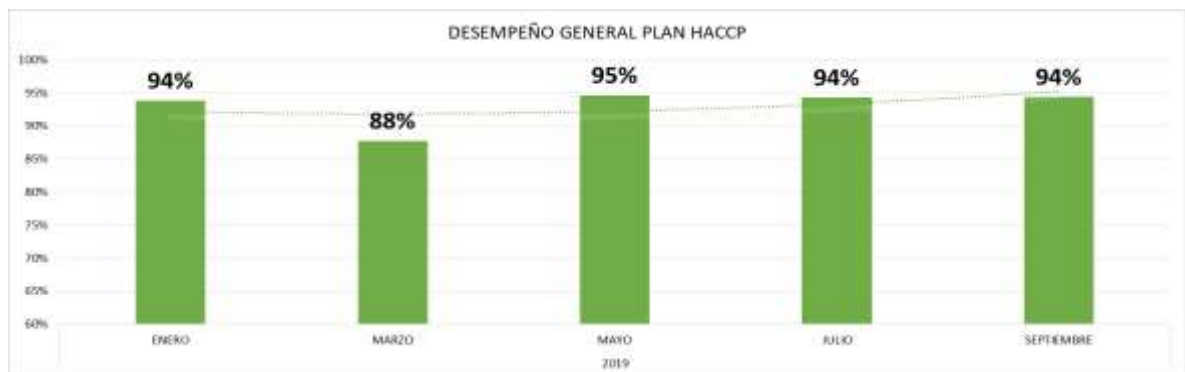
resultados obtenidos son satisfactorios ya que logran superar ampliamente la meta establecida, lo cual quiere decir que se mantiene y cumple con la actualización de los requerimientos documentales, aplicación de medidas de control y supervisión de los principios de inocuidad.

Ilustración 19. Indicador % desempeño general plan HACCP 2018.



Fuente: documento interno.

Ilustración 20. Indicador % desempeño general plan HACCP 2019.



Fuente: documento interno.

La medición del impacto es positiva ya que mediante la clasificación de los indicadores presentados, y la utilización del seguimiento de los indicadores, se logra hacer un seguimiento a los procesos, estableciendo controles visuales y en tiempo real.

## **8.4 EVALUACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP**

En el actual capítulo se presenta el resultado obtenido de la evaluación económica realizada al estudio de la implementación del plan HACCP, la cual se realizó a través de la aplicación de la relación costo beneficio.

El beneficio que generaría la implementación del plan HACCP, se debe evaluar desde el punto de vista de la reducción de costos por fallas de no calidad, teniendo en cuenta que la aplicación de las diferentes medidas de control como PCC y PPRO en las diferentes etapas del proceso, reducirían los indicadores de reproceso, reclamos y producto potencialmente no inocuo, por fallas de no calidad. Adicionalmente se tienen en cuenta los beneficios esperados por la implementación del plan HACCP.

### **8.4.1 COSTOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.**

A continuación se presentan los costos asociados a la implementación del plan HACCP en el ingenio azucarero.

Como resultado se presentan los costos asociados a la no calidad, costos de implementación y costos de mantenimiento del plan HACCP.

En la Tabla 38. Se presentan los costos asociados a la consultoría para la implementación del plan HACCP.

Tabla 38. Costos asociados a consultoría para implementación del plan HACCP.

Reunión	Actividad consultoría	Costo
1	Formación HACCP	\$ 846.000
2	Inicio del proceso de levantamiento de fichas técnicas de Insumos y MP	\$ 846.000
3	Identificación de etapas para el levantamiento de diagramas de flujo	\$ 846.000
4	Revisión Diagramas de Flujo	\$ 846.000
5	Revisión Diagramas de Flujo	\$ 846.000
6	Revisión Diagramas de Flujo	\$ 846.000
7	Actualización Fichas Técnicas de Insumos	\$ 846.000
8	Revisión Diagramas de Flujo	\$ 846.000
9	REVISIÓN Gestión Humana - Madurantes	\$ 846.000
10	Levantamiento de peligros (Insumos) - Revisión Fichas Técnicas	\$ 846.000
11	Revisión fichas técnicas e identificación de peligros (2 insumos)	\$ 846.000
12	Levantamiento de Diagrama de Flujo General	\$ 846.000
13	Levantamiento de peligros (Diagramas de Flujo)	\$ 846.000
14	Levantamiento de peligros (Diagramas de Flujo)	\$ 846.000
15	Revisión Plan HACCP	\$ 846.000
<b>Total consultoría HACCP</b>		<b>\$ 12.690.000</b>

Fuente: Documentos internos.

A continuación en la Tabla 39, se presentan los costos asociados a maquinaria y equipo, los cuales se compraron para la implementación del plan HACCP.

Tabla 39. Costos asociados a maquinaria y equipo para la implementación del plan HACCP.

CANTIDAD	COSTO EQUIPOS	
1	DETECTOR METALES	\$ 139.583.229
1	KIT DINAMOMETRO	\$ 8.500.000
12	REJILLA MAGNÉTICA	\$ 108.000.000
1	PATRONES VERIFICACIÓN	\$ 1.080.000
<b>TOTAL COSTO MAQUINARIA Y EQUIPO</b>		<b>\$ 257.163.229</b>

Fuente: Elaboración propia.

Para que el funcionamiento de los equipos involucrados en el seguimiento y control del Plan HACCP, sea óptimo, es necesario realizar anualmente una serie de mantenimientos, calibraciones y verificaciones, lo cual representa un costo, para que el sistema funcione correctamente, a continuación se describen los costos asociados en la Tabla 40.

Tabla 40. Costos asociados a mantenimiento maquinaria y equipo.

EQUIPO	DESCRIPCIÓN MANTENIMIENTO	COSTO UNITARIO MANTENIMIENTO	CANTIDAD	FRECUENCIA MANTENIMIENTO ANUAL	COSTO MANTENIMIENTO ANUAL
REJILLA MAGNÉTICA	VERIFICACIÓN	981000	12	2	\$ 23.544.000
DETECTOR METALES	MANTENIMIENTO	4800000	1	2	\$ 9.600.000
ELECTROIMÁN	MANTENIMIENTO	2300000	1	1	\$ 2.300.000
TAMBOR MAGNÉTICO	MANTENIMIENTO	220000	1	2	\$ 440.000
KIT DINAMOMETRO	CALIBRACIÓN	680000	1	1	\$ 680.000
<b>TOTAL COSTOS MANTENIMIENTO MAQUINARIA Y EQUIPO PLAN HACCP</b>					<b>\$ 36.564.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla 41, se presentan los costos asociados a seguimiento y control para la implementación del plan HACCP, en la cual se presenta el costo anual de laboratorio externo de análisis de madurantes (pesticidas) contenidos en el azúcar granulado y de esta forma dar cumplimiento a los requisitos exigidos de la norma, de igual forma se presenta el costo del análisis realizado en laboratorio de análisis de sulfitos en el azúcar a fin de realizar el seguimiento y control del PPRO sulfitos, adicionalmente se presenta el costo del personal involucrado directamente en el seguimiento y control de inocuidad respecto al plan HACCP.

Tabla 41. Costos asociados a seguimiento y control para la implementación del plan HACCP.

Actividad	Seguimiento y control	Costo Anual
1	Análisis madurantes	\$ 3.000.000
2	Análisis sulfitos	\$ 15.000.000
3	Personal inocuidad	\$ 123.933.636
<b>Total Costo Seguimiento y control</b>		<b>\$ 141.933.636</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla 42, se presentan los costos asociados a la capacitación del personal administrativo para la implementación del plan HACCP.

Tabla 42. Costos capacitación personal administrativo para la implementación del plan HACCP.

<b>PERSONAL CAPACITADO</b>	<b>CAPACITACIÓN PERSONAL ADMINISTRATIVO</b>	<b>VALOR DE LA FORMACIÓN</b>
30 COLABORADORES	FORMACIÓN FSSC 22000	\$ 2.550.000
	FORMACIÓN FSSC 22000-1	\$ 3.756.000
	INOCUIDAD	\$ 3.976.000
	PROGRAMAS DE FORMACIÓN PRE-REQUISITOS	\$ 5.260.000
	FORMACIÓN BPM	\$ 2.160.000
	FORMACIÓN AUDITORES INTERNOS	\$ 5.101.200
	CONSULTORÍA FSSC22000	\$ 84.386.400
	<b>TOTAL COSTO CAPACITACIÓN</b>	<b>\$ 107.189.600</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla 43, se presenta el costo de la capacitación que brinda el ingenio azucarero al personal operativo, involucrado en la producción del azúcar granulado, para dar cumplimiento a la implementación del sistema de inocuidad alimentaria.

Tabla 43. Costos capacitación personal operativo para implementación del plan HACCP.

<b>PERSONAL CAPACITADO</b>	<b>CAPACITACIÓN - PERSONAL OPERATIVO</b>	<b>HORAS</b>	<b>COSTO CAPACITACIÓN</b>
239	IMPLEMENTACIÓN INOCUIDAD ALIMENTARIA	8	\$ 14.973.282

Fuente: Elaboración propia.

A continuación en la Tabla 44, se presenta el consolidado del grupo de costos en los que se incurren para la implementación del plan HACCP, con un total de inversión inicial para el primer año de \$533.949.747 millones de pesos.



Tabla 44. Grupo de costos asociados a la implementación del plan HACCP.

Número	Grupo de costos	COSTO INVERSIÓN INICIAL
1	CONSULTORÍA DISEÑO PLAN HACCP	\$ 12.690.000
2	MAQUINARIA Y EQUIPO	\$ 257.163.229
3	ACTIVIDADES SEGUIMIENTO Y CONTROL	\$ 141.933.636
4	CAPACITACIÓN PERSONAL	\$ 122.162.882
<b>TOTAL COSTOS INVERSIÓN INICIAL</b>		<b>\$ 533.949.747</b>

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la Tabla 45, el consolidado de los costos que se tienen en el primer año como inversión inicial y en los demás años los costos asociados al seguimiento y control para mantenimiento del plan HACCP.

Tabla 45. Costos de inversión, seguimiento y control plan HACCP por año.

COSTOS PLAN HACCP	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
INVERSIÓN INICIAL	\$ 533.949.747				
MANTENIMIENTO, CALIBRACIÓN Y VERIFICACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPO		\$ 35.284.260	\$ 36.564.000	\$ 37.843.740	\$ 39.168.271
ACTIVIDADES SEGUIMIENTO Y CONTROL		\$ 141.933.636	\$ 146.901.313	\$ 152.042.859	\$ 157.364.359
CAPACITACIÓN PERSONAL		\$ 19.973.282	\$ 20.247.347	\$ 20.672.347	\$ 21.395.879
<b>TOTAL COSTOS POR AÑO</b>	<b>\$ 533.949.747</b>	<b>\$ 197.191.178</b>	<b>\$ 203.712.660</b>	<b>\$ 210.558.946</b>	<b>\$ 217.928.509</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### 8.4.2 BENEFICIOS DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.

A continuación se presenta como resultado los beneficios de la implementación del plan HACCP, los cuales han sido analizados en capítulos anteriores mediante los indicadores de reproceso, producto potencialmente no inocuo y reclamos.

Con la implementación del plan HACCP se adquieren diferentes beneficios tales como:

- Reducción producto reprocesado por fallas de no calidad.
- Reducción de reclamos por fallas de no calidad.
- Reducción del costo anual por reproceso y reclamos.
- Incremento en ventas por ingreso a mercados más exigentes.
- Posicionamiento de la marca.
- Estandarización de los procesos.
- Personal altamente capacitado.
- Producto inocuo apto para el consumo humano.

Con el fin de cuantificar la reducción de producto reprocesado por fallas de no calidad y la reducción del costo anual por reproceso y reclamos, gracias a la implementación del plan HACCP, se representa en la siguiente Tabla 46, la meta de los indicadores de reproceso, PPNI y reclamos, la cual se espera cumplir luego de la implementación.

Tabla 46. Meta de indicadores reproceso, PPNI y reclamos.

INDICADOR	META	UNIDAD DE MEDIDA
% REPROCESO VS PRODUCCIÓN TOTAL	0,5%	(QUINTALES REPROCESADOS / TOTAL PN) *
% PPNI VS PRODUCCIÓN TOTAL	< 2%	QUINTALES PPNI / TOTAL PN
RECLAMOS POR AÑO	0	NÚMERO RECLAMOS * AÑO

Fuente: elaboración propia, adaptado de documentos internos.

A continuación se presenta en la Tabla 47, dos escenarios en el que se representa por una parte los costos que se tendrían por reproceso, con la implementación del plan HACCP cumpliendo una meta del 0,5 % de reproceso respecto a la producción total de cada año. En el otro escenario se representan los costos que se tendrían por reproceso, sin la implementación del plan HACCP, teniendo como punto de referencia el promedio del indicador histórico de años anteriores, para lo cual se ha observado un comportamiento del indicador de reproceso en un 0,82% respecto a la producción total de cada año.

Se logra observar un ahorro promedio aproximado anual de \$64.500.000 tras el cumplimiento de la meta de 0,5% del indicador de reproceso. Lo cual genera un impacto económico positivo en los costos asociados a la producción del azúcar granulado.

Tabla 47. Comparativo del costo de reproceso con la implementación del plan HACCP y costo de reproceso sin la implementación del plan HACCP.

AÑO	PRODUCCIÓN TOTAL	QUINTALES REPROCESADOS CON PLAN HACCP	COSTO REPROCESO CUMPLIENDO META 0,5%	QUINTALES REPROCESADOS SIN PLAN HACCP	COSTO REPROCESO INCUMPLIENDO META	AHORRO REPROCESO CON PLAN HACCP
2019	1648140,300	8241	\$ 98.888.418	13515	\$ 162.177.006	\$ 63.288.588
2020	1683268,367	8416	\$ 100.996.102	13803	\$ 165.633.607	\$ 64.637.505
2021	1706432,856	8532	\$ 102.385.971	13993	\$ 167.912.993	\$ 65.527.022
2022	1679280,507	8396	\$ 100.756.830	13770	\$ 165.241.202	\$ 64.484.371
2023	1689660,577	8448	\$ 101.379.635	13855	\$ 166.262.601	\$ 64.882.966

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta en la Tabla 48, dos escenarios en el que se representa por una parte los costos que se tendrían por reclamos, con la implementación del plan HACCP cumpliendo una meta de cero reclamos cada año.

En el otro escenario se representan los costos que se tendrían por reclamos, si no se realiza la implementación del plan HACCP, teniendo como punto de referencia el comportamiento de los costos asociados a reclamos cada año.

Se logra observar un ahorro promedio aproximado anual de \$24.000.000 tras el cumplimiento de la meta de cero reclamos al año, lo cual genera un impacto económico positivo ya que se reducen los costos por reclamos del azúcar granulado por parte de los clientes, además que se conserva la buena imagen de la compañía y se evita la pérdida de clientes potenciales.

Tabla 48. Comparativo del costo por reclamos con la implementación del plan HACCP y costo de reclamos sin la implementación del plan HACCP.

AÑO	META CERO RECLAMOS		INCUMPLIENDO META CERO RECLAMOS	
	REPROCESO CON PLAN HACCP (QQ)	\$ COSTO REPROCESO META "0" RECLAMOS	REPROCESO (QQ)	\$ COSTO RECLAMOS
2019	0	\$ -	2000	\$ 24.000.000
2020	0	\$ -	2000	\$ 24.912.000
2021	0	\$ -	2000	\$ 25.584.624
2022	0	\$ -	2000	\$ 26.403.332
2023	0	\$ -	2000	\$ 27.359.133

Fuente: elaboración propia.

Según estudios sobre el crecimiento de la inflación<sup>54</sup> (ver Anexo B) y la expectativa del mercado sobre la economía en Colombia<sup>55</sup> (ver Anexo C), y teniendo en cuenta una meta del área de ventas, de un 80% de ventas respecto a la producción anual luego de la implementación del plan HACCP, ya que antes de la implementación se evidencian datos históricos del 60 % de ventas respecto a la producción anual<sup>56</sup> (ver Anexo D), a continuación se presenta en la Tabla 49 la proyección del crecimiento de las ventas del ingenio azucarero.

<sup>54</sup> Boletín de indicadores económicos [en línea]. Departamento técnico y de información económica del Banco de la Republica. Pág. 11. [Consultado: 14 de septiembre de 2020]. Disponible en internet: <https://www.banrep.gov.co/es/bie>

<sup>55</sup> Haga su presupuesto para 2019 [en línea]. Editorial la Republica 2018. [Consultado: 14 de septiembre de 2020]. Disponible en Internet: <https://www.larepublica.co/economia/haga-sus-presupuestos-para-2019-con-una-inflacion-de-33-segun-los-analistas-2766230>

<sup>56</sup> Informe anual (Ingenio azucarero). pág.10. Documento interno.

Tabla 49. Proyección crecimiento de las ventas Ingenio Azucarero.

AÑO	2018	2019	2020	2021	2022
CRECIMIENTO ECONÓMICO		3,8%	3,2%	2,7%	3,2%
COSTO PROMEDIO PN QUINTAL	\$ 52.000	\$ 53.976	\$ 55.703	\$ 57.207	\$ 59.038
PRECIO PROMEDIO VENTA	\$ 104.368	\$ 108.334	\$ 111.801	\$ 114.819	\$ 118.494
UTILIDAD BRUTA POR QQ	\$ 52.368	\$ 54.358	\$ 56.097	\$ 57.612	\$ 59.456
PRODUCCIÓN ANUAL QQ	1.787.890	1.648.140	1.683.268	1.706.433	1.679.281
VENTAS TOTALES	\$ 111.048.000.000	\$ 142.839.683.912	\$ 150.552.426.950	\$ 156.745.126.605	\$ 159.187.069.094
QUINTALES VENDIDOS	1.064.000	1.318.512	1.346.615	1.365.146	1.343.424
PRECIO PROMEDIO VENTA	\$ 104.368	\$ 108.334	\$ 111.801	\$ 114.819	\$ 118.494
% AZÚCAR VENDIDO VS PN ANUAL	60%	80%	80%	80%	80%
INCREMENTO ANUAL VENTAS RESPECTO AL AÑO ANTERIOR		\$ 31.791.683.912	\$ 7.712.743.038	\$ 6.192.699.655	\$ 2.441.942.490

Fuente: Elaboración propia.

#### 8.4.2 RELACIÓN COSTO BENEFICIO DE LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN HACCP.

En el presente capítulo se presenta el resultado de la relación costo beneficio de la implementación del plan HACCP, ya que para un proyecto empresarial es muy importante realizar un análisis financiero para determinar la viabilidad y sobre todo, analizar si el proyecto es rentable para la compañía. Se presenta el valor actual neto (VAN), puesto que es una buena opción para realizar la toma de decisiones para este tipo de inversiones, con este análisis se puede decidir si el proyecto es rentable o no.

- Criterios de decisión:

VAN < 0: proyecto no rentable.

VAN = 0: genera exactamente el porcentaje de utilidad que se desea.

VAN > 0: opción rentable, posibilidad de incrementar porcentaje de utilidad.

A continuación en la Tabla 50 , se presenta la relación beneficio costo de la implementación del plan HACCP en el ingenio azucarero, en la cual se detallan los costos en los que se incurre cada año para mantenimiento del plan a través del tiempo, a su vez se presentan los beneficios esperados correspondientes a reducción de costos por reprocesos y reclamos, se logra analizar que se obtiene una razón beneficio costo negativa de un -0,4 lo cual indica que los costos son mayores que los beneficios obtenidos en términos económicos, cabe aclarar que se debe tener en cuenta otros beneficios no cuantificables, tales como la garantía que brinda al consumidor final en términos de inocuidad alimentaria, la entrada a mercados más exigentes, la mejora continua en las etapas del proceso, esto quiere decir que la implementación del plan HACCP es apropiada para el ingenio, ya que este se mide en términos de eficacia y no en términos económicos y lo que busca dicho plan es el control eficaz de los peligros que puedan afectar la inocuidad alimentaria en el proceso productivo.

Tabla 50. Relación Beneficio Costo del Plan HACCP Ingenio Azucarero

AÑO	AÑO1	AÑO2	AÑO3	AÑO4	AÑO5
<b>COSTOS</b>	- 533.949.747	- 197.191.178	- 203.712.660	- 210.558.946	- 217.928.509
<b>BENEFICIOS</b>		\$ 87.288.588	\$ 89.549.505	\$ 91.111.646	\$ 90.887.703
<b>RAZÓN B/C</b>		- 0,4	- 0,4	- 0,4	- 0,4

Fuente: Elaboración propia.

Adicionalmente en la Tabla 51, se presentan los costos totales de la implementación en el año 1 y en los años posteriores el costo de mantenimiento del plan, los cuales han sido detallados en capítulos anteriores, se incluyen ingresos proyectados por mercadeo sobre el ingreso por las ventas esperadas según Tabla 49, se presenta el flujo neto al final de la tabla.

Tabla 51. Costos e ingresos esperados por implementación plan HACCP.

AÑO	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>COSTO TOTAL</b>	-\$ 533.949.747	-\$ 197.191.178	-\$ 203.712.660	-\$ 210.558.946	-\$ 217.928.509
<b>INGRESOS</b>		\$ 31.791.683.912	\$ 7.712.743.038	\$ 6.192.699.655	\$ 90.887.703
<b>FLUJO NETO</b>		31.988.875.090	7.916.455.698	6.403.258.600	2.441.942.490

Fuente: Elaboración propia.

“La demanda de azúcar continúa creciendo a nivel mundial, aunque con un patrón de crecimiento más uniforme que el de la producción y a tasas menores a las observadas en años anteriores (durante los últimos 5 años el consumo promedio anual creció un 1,4% frente al crecimiento de 2% observado hace 20 años). A pesar del menor crecimiento relativo, en términos absolutos en la actualidad la demanda mundial aumenta 2,5 millones de toneladas al año (1,4 veces el consumo de un país como Colombia), frente a 2,3 millones hace 20 años”<sup>57</sup>.

Para efectos del cálculo del VAN de la implementación del plan HACCP, se tiene en cuenta que la demanda del azúcar es estable, por lo cual se estima un premio al riesgo de 6%, y se tiene una inflación de 3,8%, obteniendo así una TMAR de 9,8%.

A continuación se presenta en la Tabla 52, el VAN, el cual se obtiene como resultado final, gracias a los datos de la Tabla 51 y la TMAR estimada para el presente proyecto. El cual indica que el proyecto es rentable a través del tiempo obteniéndose un VAN de \$ 41.683.462.378, este valor es el que se espera recuperar con la implementación de la propuesta, teniendo en cuenta ingresos por aumento en las ventas de azúcar granulada.

<sup>57</sup> ASOCAÑA. Informe anual 2018 – 2019. [Consultado el: 03 de junio de 2020] Disponible en internet : <https://www.asocana.org/modules/documentos/15331.aspx>



Tabla 52. VAN implementación plan HACCP.

<b>TASA</b>	<b>VALOR</b>
PREMIO AL RIESGO	6,00%
INFLACIÓN	3,80%
TMAR	9,80%
<b>VAN</b>	<b>\$ 41.683.462.378</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 9. CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico se logró conocer el estado actual del proceso de elaboración de azúcar, en el ingenio azucarero, mediante la descripción de las diferentes etapas del proceso productivo, especificaciones técnicas de calidad según requisitos normativos, conocer el proceso de reproceso y reclamos, adicionalmente la construcción de los diferentes diagramas de flujo del proceso. A partir de este análisis se consideró que es indispensable la elaboración y actualización de diagramas de flujo, a fin de identificar las etapas o puntos críticos susceptibles a la materialización de fallas de no calidad, lo cual permite establecer medidas de control de manera oportuna y efectiva.
- El presente estudio recopiló la información histórica del proceso productivo del año 2015 al año 2019, como datos de producción de reproceso, reclamos, PPNI, los cuales se consolidaron, y se estudiaron, lo cual permitió la identificación de las principales variables de estudio, para el diseño y aplicación de los indicadores que facilitaron el análisis de la información disponible, como ejemplo el análisis que se presenta en la Ilustración 12, ya que permite analizar qué tipo de reproceso es el más frecuente cada año, lo cual es de vital importancia para que se logren tomar acciones preventivas o correctivas y se conserve la inocuidad alimentaria dentro del proceso productivo, además establecer metas de reducción de reproceso por tipo de indicador, lo cual se puede traducir a su vez en reducción de sobrecostos por reproceso del producto.
- La aplicación de indicadores y el diseño de las hojas de vida de indicadores, permitió la clasificación de indicadores por grupos, lo cual permite analizar la información de manera sectorizada y establecer así un enfoque en el

proceso que requiera más atención respecto a las medidas de control implementadas, evaluando así la efectividad o eficacia de las acciones establecidas.

- El Impacto de la implementación del plan HACCP es positivo en términos económicos a través del tiempo, ya que los beneficios se logran cuantificar con la reducción de fallas de no calidad, además del incremento de ventas por entrar a mercados más exigentes con altos estándares de calidad e inocuidad a nivel nacional e internacional.

## **10. RECOMENDACIONES**

- Mantener la información actualizada, permite que se puedan tomar acciones y decisiones que mejoren el proceso productivo, como estrategia de aplicación se puede realizar periódicamente la actualización de los flujogramas del proceso, lo cual permite el mejoramiento continuo del plan HACCP en relación al proceso productivo de elaboración de azúcar granulado.
- Realizar el seguimiento de indicadores permite detectar desviaciones de variables que estén afectando el correcto funcionamiento del proceso productivo, se debe analizar la información disponible a fin de establecer acciones de control y mejora, si se logra trabajar continuamente en el seguimiento de los indicadores y se establecen planes de acción correspondientes, se van a tener mejoras significativas, que aportaran a la mejora continua de la empresa.
- Sistematizar la información relacionada a los indicadores y a las hojas de vida de los mismos, mediante la implementación de gráficos de control y

semáforos de indicadores en las áreas involucradas, permite establecer un control visual y a su vez se logra establecer un compromiso directo con los colaboradores que intervienen en el proceso productivo, lo cual puede mejorar el desempeño de los diferentes indicadores del proceso productivo.

- Capacitar e involucrar a los colaboradores del proceso, en el funcionamiento y desempeño de los diferentes indicadores, sobre como alertar cada vez que se evidencien desviaciones, a fin de tomar acciones correctivas o preventivas de manera oportuna.
- Concientizar al personal involucrado sobre el compromiso que deben tener con la calidad e inocuidad de los alimentos y los diferentes sistemas de gestión del ingenio azucarero, participando y acogiendo proactivamente, las normas y procedimientos respectivos a su cargo, para que la implementación del plan HACCP sea efectiva y conserve su cumplimiento.
- Establecer un control de costos en los que se incurre el mantenimiento del plan HACCP, mediante el seguimiento de costos asociados a equipo, personal involucrado, capacitaciones, costos de nuevas medidas de control, a fin de conocer la relación costo beneficio que se presenta cada año, ya que se espera a través del tiempo la inversión sea menor y los beneficios sean más altos.

## 10. BIBLIOGRAFÍA

ASOCAÑA. Informe anual 2017-2018. Sd.

ASOCAÑA. Informe anual 2018-2019. Sd. [Consultado el: 03 de junio de 2020]  
Disponibile en internet: <https://www.asocana.org/modules/documentos/15331.aspx>

ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE TOSTADORES DE CAFÉ. Guía APPCC en el sector de café tostado [en línea]. Madrid, España. S.D. p. 9. [Consultado: 4 de febrero de 2019].  
Disponibile en Internet:  
[http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad\\_alimentaria/gestion\\_riesgos/GUIA\\_APPCC\\_DEFINITIVA\\_JULIO\\_2016.pdf](http://www.aecosan.msssi.gob.es/AECOSAN/docs/documentos/seguridad_alimentaria/gestion_riesgos/GUIA_APPCC_DEFINITIVA_JULIO_2016.pdf)

BACA URBINA, Gabriel. Evaluación de proyectos. [En línea]. 6ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 2010, 309 p. ISBN 13: 978-607-15-0260-5

CÁCERES TORRES, OSCAR ALBERTO. CUEVAS VELÁSQUEZ, JAVIER RICARDO. Desarrollo del sistema haccp (análisis de peligros y puntos críticos de control) para los restaurantes MI TIERRA LTDA. Proyecto de grado ingeniería industrial. UNIVERSIDAD LIBRE. Colombia. 2017.

CARRO PAZ, Roberto; GONZÁLEZ GÓMEZ, Daniel. NORMAS HACCP Sistema de Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control [en línea]. Argentina, S.D. p. 3. [Consultado: 4 de febrero de 2019].  
Disponibile en Internet:  
[http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11\\_normas\\_haccp.pdf](http://nulan.mdp.edu.ar/1616/1/11_normas_haccp.pdf)

CARRO PAZ; GONZÁLEZ GÓMEZ, Op. cit., p. 14.

CARVAJAL CUENCA, Alexander. Aspectos generales 2017 - 2018 del sector agroindustrial de la caña. [En línea]. Sector agroindustrial de la caña. Junio de 2018. Pag 24. 13 mayo 2018. Disponible en internet: <https://www.asocana.org/modules/documentos/2/234.aspx>

CÉSPEDES, Sayra Marcela. GÓNZALEZ, Mónica. VARGAS, Andrea Carolina. Diseño de un modelo de seguimiento y medición para la empresa PRODUCTOS ALIMENTICIOS SANTILLANA S.A. Tesis de especialización. Universidad Sergio Arboleda, escuela de posgrados especialización en Gerencia Integral de la Calidad. Bogotá. 2015.

Custodio Custodio, Celeste Katherine. Plan basado en el sistema haccp para mejorar la inocuidad del agua tratada y ozonizada en la empresa procesadora y comercializadora uceda sac monsefú – 2017. Proyecto de grado ingeniería industrial. Perú. 2018.

FDA. Comité de Evaluación de Riesgos para la salud. 1992 a 1997. Sd.

FERNÁNDEZ, Guillermo Montero. DISEÑO DE UN MODELO DE INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE PROYECTOS”. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, escuela de ingenierías industriales, Departamento de Organización de Empresas y CIM. España. 2016.

FDA. CPG Sec. 555.425 Foods, Adulteration Involving hard or Sharp Foreign Objects. [En línea]. [Consultado: 10 de febrero de 2020]. Disponible en Internet: <https://www.fda.gov/media/71953/download>

GLOBAL STD CERTIFICATION. Diferencia entre PPR, PPRO & PCC [en línea]. S.D. p. 8. [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <https://www.globalstd.com/pdf/presentaciones/webinar-diferencias-ppr-ppro-pcc.pdf>

ICONTEC. NTC-ISO 22000 Sistemas de Gestión de Inocuidad de los Alimentos [en línea]. 18 p. (26 de septiembre de 2005). [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <http://www.biotropico.com/web/download/Reglamentos/NTC-ISO%2022000.pdf>

INGENIO AZUCARERO. Documento interno “Indicadores de proceso”.

Ingenio Sancarlos [en línea]. Procesos, fábrica. [Consultado el 24 de noviembre de 2019]. Disponible en internet <https://www.ingeniosancarlos.com.co/procesos/fabrica>

ISOTOOLS. La importancia de la Inocuidad Alimentaria [en línea]. Blog Calidad y Excelencia. 16 enero 2018. párr. 1. 12 mayo 2019. Disponible en internet: <https://www.isotools.org/2018/01/16/la-importancia-la-inocuidad-alimentaria/>

León Flores, Eunice Lissette. Elaboración de un plan HACCP en los procesos de purificación de agua en la empresa ITALCQUA para el mejoramiento continuo de la calidad. Proyecto de grado ingeniería industrial. Ecuador. 2017.

Marulanda Ascanio, Melissa Andrea. Gómez Hernández, Felipe Alejandro. Análisis costo-beneficio de la reconversión de equipos eléctricos para el ahorro energético

en el centro comercial River Plaza de San José de Cúcuta. Especialización de Gerencia de Proyectos. Universidad Libre Seccional Cúcuta. Colombia.

MOSQUERA, Yolanda Lucero. EVALUACIÓN DEL IMPACTO DEL PLAN HACCP EN LA LOGISTICA Y ABASTECIMIENTO EN UNA PLANTA DE BENEFICIO DE BOGOTÁ. Universidad Militar Nueva Granada, Facultad de Ingeniería, especialización Gerencia en Logística Integral. Bogotá. 2014. [online]. Disponible en: <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/11989>

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA. NTC-ISO 22000. Sistemas de gestión de inocuidad de los alimentos, requisitos para cualquier organización en la cadena alimentaria. 20018.

RODRÍGUEZ MAGAÑA, Hugo Martin. Análisis HACCP del proceso de elaboración de azúcar y estandarización de la ecología microbiana presente en campo y fábrica en el ingenio quesería del grupo BSM [en línea]. Informe técnico de residencia profesional. Instituto tecnológico de Colima. 2018. p. 5. [Consultado: 2 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <https://dspace.itcolima.edu.mx/bitstream/handle/123456789/1440/Hugo%20Martin%20Rodriguez%20Informe%20T%C3%A9cnico%20De%20Residencia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SERVICIOS EFICIENTES DE GESTIÓN EMPRESARIAL (SEGE). FSSC 22000 Modelo de Gestión de Seguridad Alimentaria [en línea]. S.D. p. 30. [Consultado: 4 de febrero de 2019]. Documento exclusivo consumer.

SHROEDER, Roger. Administración de operaciones. [En línea]. 5ta ed. México: McGraw-Hill Interamericana. 1992, 535 p. ISBN: 978-970-10-4653-1.



Tahuite Yupe, Ricardo Alejandro. "CONTROL DE COSTOS EN UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA A TRAVÉS DE LA INOCUIDAD". Proyecto de grado Ingeniería Industrial. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. Guatemala. 2016

¿Qué es FSSC 22000? [en línea]. Seguridad Alimentaria Global. Eden Prairie 2018. párr. 7. [Consultado: 2 de febrero de 2019]. Disponible en Internet: <http://seguridad-alimentaria-global.com/fssc-22000.html>



## Anexo B. Comportamiento de la inflación y tipo de cambio.

Periodo	Medidas de inflación				Tasa de cambio y devaluación		
	Meta de inflación 1/	Inflación al consumidor (IPC)	Inflación básica (IPC sin alimentos)4/	Inflación del productor (IPP) 3/	TRM 5/	Devaluación nominal 5/	Devaluación real 2/
2000	10,00	8,75	9,30	11,04	2.229,18	18,97	6,74
2001	8,00	7,65	6,48	6,93	2.291,18	2,78	-5,11
2002	6,00	6,99	5,35	9,28	2.864,79	25,04	13,77
2003	5,50	6,49	7,01	5,72	2.778,21	-3,02	4,31
2004	5,50	5,50	5,52	4,64	2.389,75	-13,98	-10,90
2005	5,00	4,85	4,12	2,06	2.284,22	-4,42	-2,50
2006	4,50	4,48	3,95	5,54	2.238,79	-1,99	0,12
2007	4,00	5,69	4,43	1,27	2.014,76	-10,01	-0,66
2008	4,00	7,67	5,11	9,00	2.243,59	11,36	-2,74
2009	5,00	2,00	2,91	-2,18	2.044,23	-8,89	-2,75
2010	3,00	3,17	2,82	4,37	1.913,98	-6,37	-3,91
2011	3,00	3,73	3,13	5,51	1.942,70	1,50	-1,06
2012	3,00	2,44	2,40	-2,95	1.768,23	-8,98	-2,76
2013	3,00	1,94	2,36	-0,49	1.926,83	8,97	6,15
2014	3,00	3,66	3,26	6,33	2.392,46	24,17	7,52
2015	3,00	6,77	5,17	9,57	3.149,47	31,64	13,71
2016	3,00	5,75	5,14	1,62	3.000,71	-4,72	-7,44
2017	3,00	4,09	5,01	1,85	2.984,00	-0,56	4,71
2018	3,00	3,18	3,48	3,09	3.249,75	8,91	-0,91
2019	3,00	3,80	3,37	4,66	3.277,14	0,84	0,64

Fuente: Boletín de indicadores económicos Banco de la Republica.

## Anexo C. Expectativas del mercado sobre la economía en 2019.



Fuente: Editorial la Republica.

## Anexo D. Mercadeo y ventas ingenio azucarero 2018.

### MERCADEO Y VENTAS

Los ingresos operacionales en el 2018 fueron \$131.404 millones, registrando una caída de 15.3% vs el año anterior.

El total de azúcar vendido fue de 1,64 millones de quintales vs 1,63 millones en 2017, equivalente a un incremento de 0.6% en volumen. El precio unitario promedio cayó en 19%, produciendo un menor nivel de ingresos de azúcar de \$111.048 millones en 2018 vs \$136.165 millones en 2017.

Las ventas nacionales tuvieron un aumento en volumen del 2,1%, pasando de 1.01 millones de quintales en el 2017 a 1.03 millones de quintales en el 2018. Las exportaciones se disminuyeron de 0.62 millones de quintales en el 2017 a 0.61 millones de quintales en el 2018, lo cual representó una disminución del 1,7%.

El total de miel final vendida en el 2018 fue de 20,8 miles de toneladas, lo que representó un ingreso de \$7.069 millones.

Las ventas de energía a la red nacional, presentaron un incremento del 39,5% respecto al año 2017, pasando de \$1.300 millones a \$1.813 millones.

Fuente: Informe anual de gestión Ingenio azucarero año 2018.