

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Rediseño del proceso productivo de sal de mesa para cumplir estándares de calidad en una empresa del norte

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Victor Gerardo Farfan Bocanegra

ASESOR

Martha Elina Tesen Arroyo

<https://orcid.org/0000-0002-4366-8516>

Chiclayo, 2025

**Rediseño del proceso productivo de sal de mesa para cumplir
estándares de calidad en una empresa del norte**

PRESENTADA POR

Victor Gerardo Farfan Bocanegra

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Marcos Gregorio Baca López

PRESIDENTE

Edith Anabelle Zegarra González

SECRETARIO

Martha Elina Tesen Arroyo

VOCAL

Dedicatoria

A mi padre celestial, Papá Dios, por brindarme las habilidades, fortalezas y comprensión para lograr desarrollar esta tesis.

A mis padres Tomas y Marisela que son mi ejemplo por seguir, sin el apoyo de ellos no lo habría logrado, gracias por siempre estar para mí y darme una mano cuando sentía que me derrumbaba, estaré eternamente agradecido, los amo.

A mi hermano Jean Pierre que ha sido pieza importante en mi formación, ha sido la persona que me ha brindado consejos y sé que estará orgulloso de este logro que he realizado.

Agradecimientos

A la persona que ha estado conmigo luchando, amaneciéndose y llorando dentro de la universidad, Joselin Fernández, muchas gracias por todo lo que hiciste dentro de la institución, siento que sin ayuda tuya me hubiera costado mucho más estar donde estoy, estaré eternamente agradecido.

A la mejor asesora que pude tener, Ing. Martha Tesen Arroyo, la cual me ha brindado unas asesorías estupendas que con ayuda a su conocimiento, paciencia y capacidad de entendimiento brindada pude amar cada día más mi tema de investigación.

INFORME DE ORIGINALIDAD

| | | | |
|---------------------|---------------------|---------------|-------------------------|
| 14% | 14% | 3% | 4% |
| INDICE DE SIMILITUD | FUENTES DE INTERNET | PUBLICACIONES | TRABAJOS DEL ESTUDIANTE |

FUENTES PRIMARIAS

| | | |
|----------|---|---------------|
| 1 | tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet | 3% |
| 2 | hdl.handle.net Fuente de Internet | 2% |
| 3 | members.wto.org Fuente de Internet | 2% |
| 4 | 1library.org Fuente de Internet | 1% |
| 5 | repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet | 1% |
| 6 | www.coursehero.com Fuente de Internet | <1% |
| 7 | www.scribd.com Fuente de Internet | <1% |
| 8 | repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet | <1% |
| 9 | scienti.minciencias.gov.co Fuente de Internet | <1% |

Índice

| | |
|-------------------------------------|-----------|
| Resumen | 6 |
| Abstract | 7 |
| Introducción..... | 8 |
| Revisión de literatura..... | 10 |
| Materiales y métodos | 15 |
| Resultados y discusión | 17 |
| Conclusiones | 36 |
| Recomendaciones | 36 |
| Referencias..... | 37 |
| Anexos | 39 |

Resumen

En la presente investigación se rediseñó el proceso productivo de sal de mesa logrando cumplir los estándares de calidad brindados por la NTP 209.015.2006 (yodo: 30 a 44 ppm, flúor: 200 a 250 ppm, granulometría: 0.10 máx. y humedad máxima: 0,30) debido a que la empresa contaba con un 10% de producto defectuoso y 9% de producto con defectos.

Por ello, se planteó como objetivo general rediseñar el proceso productivo para asegurar los estándares de calidad de sal de mesa mediante un diagnóstico de toda la línea productiva y un diagnóstico de laboratorio con un análisis fisicoquímico para determinar el contenido real de los estándares de calidad de sal mesa según la NTP 209.015.2006. Dicho rediseño se centró en analizar, evaluar y desarrollar distintas alternativas de rediseño para determinar que alternativa era la más viable la cual fue la automatización y tercerización de análisis de lote de sal de mesa con un porcentaje alcanzado de ponderación del 78% evaluando económicamente la alternativa escogida para determinar la rentabilidad del proyecto.

De acuerdo con la investigación realizada, la sal de mesa analizada presentaba contenido excesivo de yodo y flúor (yodo: 44 ppm, flúor 267 ppm) y mediante la alternativa escogida se logró disminuir los sacos defectuosos por problemas de calidad en un 52% y la evaluación económica mostró una viabilidad del proyecto positiva con un VAN de S/ 12,931.54, un TIR de 57,88%, un beneficio/costo de 1,04 y un PRI de 2.42 años.

Palabras clave: Rediseño de procesos, Sal de mesa, Estándares de calidad, Automatización

Abstract

In this research, the table salt production process was redesigned to meet the quality standards provided by NTP 209.015.2006 (iodine: 30 to 44 ppm, fluorine: 200 to 250 ppm, particle size: 0.10 max. and maximum moisture: 0.30) because the company had 10% of defective product and 9% of product with defects.

Therefore, the general objective was to redesign the production process to ensure the quality standards of table salt through a diagnosis of the entire production line and a laboratory diagnosis with a physicochemical analysis to determine the actual content of table salt quality standards according to NTP 209.015.2006. This redesign was focused on analyzing, evaluating and developing different redesign alternatives to determine which alternative was the most viable, which was the automation and outsourcing of table salt batch analysis with a reached percentage of weighting of 78%, economically evaluating the chosen alternative to determine the profitability of the project.

According to the research carried out, the table salt analyzed had excessive iodine and fluorine content (iodine: 44 ppm, fluorine 267 ppm) and the alternative chosen reduced the number of defective bags due to quality problems by 52%, and the economic evaluation showed a positive project viability with an NPV of S/ 12,931.54, an IRR of 57.88%, a benefit/cost of 1.04 and an IRR of 2.42 years.

Keywords: Process redesign, Table salt, Quality standards, Automation, Automation.

Introducción

Según STATISTA [1], China actualmente es el principal productor de sal con una producción estimada de 64 000 toneladas métricas, seguido de la nación hindú con 45 000 y Estados Unidos con 42 000 miles de toneladas métricas, mientras que, Perú se encuentra con el resto de los países del mundo conformando un total de 31 000 mil toneladas métricas. Siendo más específico, un análisis ejecutado por la entidad CENAN en el año 2020 estimó que Perú produce 0,633856 de toneladas métricas al año [2]. Por otro lado, las características fisicoquímicas de sal de mesa varían en su contenido de yodo, flúor, granulometría y humedad máxima de acuerdo con el país en donde se produzca. La NTP 209.015.2006 [3] posee un contenido de yodo distintos (yodo: 30 a 44 ppm, flúor: 200 a 250 ppm, granulometría: 0.10 máx. y humedad máxima: 0,30) al de los países europeos (yodo: 60ppm, flúor: 90 a 225ppm, granulometría: 2 mm y humedad máx.: 0,5) [4].

El instituto peruano de seguridad social (EsSalud) revelo que los ciudadanos peruanos consumen más sal de lo recomendado [5], específicamente un promedio de siete a doce gramos al día, más del doble de la cantidad recomendado por la OMS [6]. En el 2019 un análisis realizado por el BANCO MUNDIAL determinó que en promedio el 91% de familias peruanas consumen sal iodada, la cual ha tenido un alza de un 2% con respecto al año anterior [7]. La violación de los estándares de calidad establecidos por la NTP 209.015.2006 [3] tiene como consecuencia una multa realizada por DIGESA de hasta 100 UIT (495 000 soles) [8] según la gravedad del incumplimiento con la finalidad de garantizar que la población acceda a productos de calidad. [9]

El presente estudio se ha realizado en una empresa productora y distribuidora de sal de mesa, sal de pescado y sal de ganado en sacos de 50 kg ubicada en la carretera Chiclayo – San José. En cuanto a la calidad del producto, la empresa no cuenta con una gestión para el cumplimiento de los estándares de calidad teniendo como consecuencia un 10% de productos defectuosos debido a que la sal de mesa excede el contenido de yodo en 4 ppm y de flúor en 17 ppm de acuerdo con lo establecido por la NTP 209.015.2006 (yodo: 30 a 44 ppm, flúor: 200 a 250 ppm) y 9% de producto con defectos debido a problemas en la etapa de cosido de sacos por parte de los operarios equivalentes a un total del 19% de sacos no vendidos (11 509 sacos) en el año 2023. Esto se traduce en la devolución de sacos relacionados con los productos de mala calidad ocasionando que la empresa sea multada y/o cerrada definitivamente. Esto se corrobora de acuerdo con la NTP 209.015.2006

Por otro lado, la empresa no cuenta con un área especializada de control de calidad; sin embargo, el Ministerio de Salud declara que toda empresa que supere el volumen de producción de 100 toneladas/mes debe contar con un laboratorio de control de calidad; Si bien, la empresa norteña a pesar de superar las toneladas establecidas por MINSA no cuenta con dicho laboratorio de control de calidad teniendo como consecuencia el incumplimiento de calidad del producto. [10]

La mano de obra de la empresa no es calificada debido a que mediante una encuesta realizada de manera presencial se determinó que no ha realizado ninguna capacitación y debido a ello no ayuda al monitoreo del cumplimiento de los parámetros de calidad de sal de mesa establecidos por la NTP 209.015.2006 [3]. Por otra parte, la empresa cuenta con un total de 8 operarios contando con el mayor número de los trabajadores en el área de producción (7 operarios en total) teniendo una jornada laboral de 9 horas por 6 días a la semana.

Debido a la problemática presentada se plantea la siguiente interrogante: “¿De qué manera el rediseño del proceso productivo influye en los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa del norte del Perú? Para ello, se determinó como objetivo general, rediseñar el proceso productivo para asegurar los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa norteña. Planteándose como objetivos específicos, el diagnosticar el proceso productivo y los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa del norte del Perú, desarrollar y evaluar las alternativas del rediseño del proceso productivo para asegurar los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa norteña y, por último, evaluar económicamente la propuesta de mejora en una empresa del norte del Perú.

Esta investigación se justifica debido a que se dará solución a distintos aspectos que evitará pérdidas económicas por la devolución del producto por parte de clientes externos. Asimismo, al ofrecer productos que cumplen con los estándares de calidad, la empresa gana credibilidad en el mercado local generando mayores ganancias y se obtendrá una mejor fiabilidad y aumento en los clientes que compren el producto, teniendo unos parámetros que no dañen de ninguna manera la salud de los consumidores brindando la seguridad que el producto producido cumple con los parámetros de calidad establecidos por DIGESA. La propuesta debe apuntar a mejorar la calidad de los procesos y lograr que la organización reciba un reconocimiento positivo por parte de los clientes, generando una imagen corporativa sólida.

Revisión de literatura

Antecedentes

De acuerdo con J. Viril [11] en su investigación titulada “*La intensificación de la producción industrial de sal mediante el concepto de casa de producción de sal*” con el objetivo de buscar una solución para la mejora de la producción industrial de sal y para desarrollar dicho informe de utilizo métodos como estudio descriptivo analítico, la recopilación de datos con estudios de referencia. Los resultados obtenidos: Son necesarios más esfuerzos en la intensificación, aumentando la cantidad de producción de sal, paralelamente a la mejora de su calidad, pudiendo producir sal de forma continuada en un año completo. Para ello, este estudio recomienda un enfoque de ingeniería tecnológica, mediante el uso de una combinación del Método Japonés con el sistema cerrado llamado: la Casa de Producción de Sal (SPH). La SPH es un concepto ecológico y sostenible, ya que consume energía renovable, es eficaz y requiere una superficie reducida. Este método no requiere nuevos desmontes, ya que puede construirse en los estanques de sal existentes. Teniendo como resultados un aumento con el método japonés un 31% de eficiencia con respecto al método tradicional (pasando de 3.97 toneladas métricas de producción a 12,87 toneladas métricas) llegando a alcanzar un 96,75% de producción de sal yodada adecuadamente para el consumo humano.

De acuerdo con J. Izquierdo [12] en su investigación titulada “*Análisis de la calidad de sal de mesa, consumida en el departamento de Santander, usando parámetros fisicoquímicos: flúor y yodo*” con el objetivo de prevenir enfermedades tales como bocio y caries dental ocasionados por deficiencia de micronutrientes. Se decidió implementar el método de ion selectivo desarrollado por el INVIMA, para realizar la medición de la conglomeración de flúor y yodo en las sales de mesa que se consumen en el departamento de Santander. Se evaluó el método mediante linealidad, exactitud y precisión. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, para la linealidad se obtuvo un $R^2=0.9993$ para flúor y $R^2=0.9998$ para yodo; la exactitud se comprobó calculando los porcentajes de recuperación (R%), los cuales estuvieron en el rango de 60 %- 80%; la precisión se constató con el coeficiente de variación (%CV) los cuales fueron menores al 5%. Lo anterior confirma que es un método confiable para la emisión de resultados. Realizaron un análisis mediante muestreo de sal de 7 diferentes marcas recogidas por el área de salud ambiental perteneciente al MINSA, para determinar la calidad de la sal en cuanto a parámetros fisicoquímicos flúor y yodo, el cual dio como resultado que el 40% de las sales no cumplen con el rango de concentración de flúor o yodo fijado por ley (180 ppm-220 ppm flúor;

50 ppm – 100 ppm yodo) y una concentración promedio para flúor de 188.996 ± 45.583 ppm y para yodo de 60.084 ± 9.779 ppm.

De acuerdo con Vasconcelos, Rosa, y Fonseca [13] en su investigación titulada “*Análisis fisicoquímico y comparación de sal blanca refinada con sal rosa de Himalayo*” con el objetivo de evaluar y comparar los parámetros fisicoquímicos de la sal rosa del Himalaya y la sal blanca refinada. Se evalúa los parámetros de humedad, turbidez, yodo y cloruro, se realizaron mediante las normas ANVISA los cuales salieron como resultados que la sal rosa tenía 2,4%, yodo de 22,8% cloruro 61,91% y turbidez 97%; es decir, se revela que la sal rosa no tiene un contenido significativo en yodo, tiene un alto valor de cloruro.

De acuerdo con Lukum, Mohamad [14] en su artículo titulado “*Producción y optimización de la calidad de la sal marina en la costa de la bahía de Tomini*” con el objetivo de obtener sal pura que cumpla con los Normas del SNI. El método de producción de sal utilizado es la evaporación y purificación con recristalización. técnicas por medios físicos (usando agua caliente) y métodos químicos por la adición de productos químicos Ca(OH)_2 , NaOH y Na_2CO_3 . Los resultados de este estudio mostraron que la sal obtenida tiene un contenido de NaCl de 97,04%, Ca 0,55% y Mg 0,28%. La sal obtenida no cumple con los requisitos de sal para los estándares SNI porque todavía hay una gran cantidad de Ca (SNI=0,10) y Mg (SNI=0,06). Sin embargo, pertenece al tipo de sal del grupo, es decir, a la categoría 1. con la mejor calidad que cumple con los requisitos de materiales industriales y de consumo.

De acuerdo con la revista Visa [15] en su investigación titulada “*Evaluación de la conformidad de diferentes sales para consumo humano comercializadas en la ciudad de Río de Janeiro*” con el objetivo de evaluar la conformidad de 12 tipos de sal refinada, gruesa y marina comercializadas en la ciudad de Rio de Janeiro, con el método del análisis fisicoquímicos se realizaron por triplicado según la metodología del Instituto Adolfo Lutz y los resultados se compararon con el Decreto n° 75.697 de 1975, que establece las Normas de Identidad y Calidad del producto. Teniendo como resultados cinco muestras de sal refinada tenían contenidos de humedad superiores a los establecidos por la ley ($> 0,20\%$), una muestra de sal refinada analizada tenía un contenido de cloruro ($> 98,92\%$) y concentraciones de calcio ($< 0,10\%$) y magnesio ($< 0,10\%$) fuera de los recomendados por la ley. En cuanto al contenido de yodo, dos sales estaban por debajo del nivel recomendado por el RDC n° 23/2013 (de 15 a 45 mg/kg). Seis muestras tenían un contenido total insoluble en agua superior al esperado ($> 0,10\%$; $> 0,20\%$) y la evaluación microscópica reveló la presencia de suciedad en la mayoría de las sales.

De acuerdo con E. Souza [16] en su investigación titulada “*Calidad físicoquímica de la sal comercializada en el municipio de Mossoró, Brasil*” para evaluar la calidad de la sal de mesa vendida Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil. En los supermercados locales, se escogieron aleatoriamente seis muestras de sal de mesa refinada comerciales y tres muestras de sal molida de distintas marcas. Se reveló que el cloruro de sodio poseía características de masa, humedad, turbidez, yodo. Las muestras demostraron tener una masa parecida a la de la mayoría de las muestras estudiadas. Los niveles de humedad, turbidez y yodo excedieron las restricciones legales mientras que la muestra B presentaba niveles de cloruros de sodio menores a los necesarios para todas las sales refinadas y en la sal molida de la muestra B. Las normas de calidad de sal para el consumo humano no se cumplieron con todas las muestras recolectadas.

De acuerdo con A. Didas [17], en su investigación titulada “*Controlar los trastornos por deficiencia de yodo mediante yodación de la sal en Tanzania*” con el objetivo de desempeñar de las tecnologías de yodación de la sal utilizadas para optimizar las estrategias de intervención para la exclusión sostenible de los DDY en Tanzania. Mediante el método de investigación del estado de las máquinas de yodación de sal y la calidad del producto en las fábricas de sal; Por otro lado, se desarrolló un análisis experimental para mejorar las tecnologías locales para la yodación de sal. Los resultados indicaron que las máquinas de yodación estándar que anteriormente servían a 140 salinas habían sido abandonadas debido a los altos costos de funcionamiento. En su lugar, se habían adaptado técnicas de yodación simples que utilizan pulverizadores y aspersores para yodar la sal. Sin embargo, el 24% y el 69% de las muestras de sal analizadas con estas tecnologías locales estaban sobre yodadas o sub yodadas.

De acuerdo con B. Terry, D. Zulueta, M. Paz y E. Flores [18] en su investigación titulada “*Sal yodada: fundamentos de un sistema de vigilancia en Cuba*” publicada en la revista Esp Nuir Comunitaria para proporcionar un producto de alta calidad con la cantidad adecuada de yodo mediante la implementación de un sistema de monitoreo de la producción, distribución y consumo de sal yodada. Se desarrolló en diferentes etapas; en la etapa productiva, se utilizaron datos de la industria, inspecciones sanitarias estatales y análisis de laboratorio. Por otro lado, en la etapa de distribución, se utilizaron métodos cualitativos para controlar "in situ" en almacenes y escuelas centinela. Los resultados de los almacenes indicaron que el 85,3% y el 85,3% estaban yodados adecuadamente. Es decir, el 14,7% de la muestra examinada no se encontraban con la cantidad correcta de yodo. Los hallazgos indicaron que el 79,5, 82,9 y 87,9% de las muestras analizadas a nivel de hogar tenían niveles adecuados de yodo.

De acuerdo con B. Giri, S. Pandey y S. Shakya [19] en su investigación titulada “*Exceso de yodo en la sal yodada de uso doméstico en Nepal*” publicada en la revista NY Acad Sci el cual tuvo como finalidad diagnosticar el exceso e insuficiente yodo en la sal comercializada en Nepal. Se recolectó 2117 muestras de sal doméstica de siete distritos de Nepal y se analizó para determinar su contenido de yodo; de ellas, el 98,1% estaban yodadas. La concentración media general de yodo fue de 53,9 ppm (rango: 43,5-61,4 ppm). La mayoría (67,2%) de las muestras tenían niveles de yodo en el rango de 45 a 75 ppm. Aproximadamente el 0,9% de las muestras tenían niveles inadecuados, el 13,3% tenían niveles adecuados y el 83,9% tenían niveles excesivos de yodo. El estudio confirmó que la sal yodada se utiliza ampliamente en Nepal y que está excesivamente yodada.

De acuerdo con Y. Pérez [20] en su investigación titulada “*Propuesta de mejora del proceso productivo de sal de mesa en la empresa Daira S.A.C. para cumplimiento de los estándares de calidad*” la cual tuvo como finalidad el diagnóstico productivo de sal de mesa y el estudio de laboratorio de sal de mesa. Se desarrolló mediante una evaluación de la situación actual obteniendo como resultados un cuello de botella de 0,914 min, una producción diaria de 32,822 kg/día; Con el desarrollo del objetivo se obtuvo como causa raíz un alto % de producto no conforme implementando propuestas para atacar dicha problemática como un plan de capacitación, nueva distribución de planta y una nueva área de control de calidad. Dicho proyecto fue rentable para la empresa debido a que contó con un beneficio/costo de 1,37 y un aumento en la producción de 66,1%.

Bases teóricas

Sal para consumo humano

Según la NTP 209.015.2006 [3] es un producto cristalino con alto contenido de sodio utilizado en la preparación de alimentos para el consumo humano, así como en el sector alimentario como agente de conservación y usualmente como aditivo en la elaboración de alimentos.

La sal destinada al consumo humano no deberá contener nitritos ni otras sustancias peligrosas otras sustancias tóxicas peligrosas definidas en las normas sanitarias, y deberá contener aditivos de yodo y flúor en las proporciones que en la proporción determinada por el Ministerio de Salud (Reglamento de Normas Sanitarias para Alimentos y Bebidas, Decreto Supremo N.º 007-98-SA). Respecto al manejo de alimentos y bebidas. [21]

Calidad

La calidad es en realidad una agrupación de propiedades y peculiaridades de un producto que complacen las necesidades explícitas e implícitas de los usuarios o consumidores. La calidad de los productos alimenticios se entiende como el concepto más general que puede equipararse a la idea de utilidad de los productos alimenticios, a un conjunto de características que diferencian las unidades individuales de producción y sirven para determinar la calidad. aceptabilidad alimentaria. consumidor, comprador. [22]

Respecto a la calidad de sal se encuentra normado por la NTP 209.015.2006 en donde se brindan las especificaciones y requisitos. En la tabla 1 se muestran los requisitos de sal de mesa.

Requisitos de calidad

Tabla 1: Características organolépticas y fisicoquímicas

| <i>Requisitos</i> | <i>Sal de mesa</i> | <i>Sal de cocina</i> |
|---|---|--|
| Aspecto | Granuloso, firme, uniforme, libre de sustancias extrañas visibles | Granuloso, grueso, libre de sustancias extrañas visibles |
| Color | Blanco | Blanco |
| Olor | Inodoro | Inodoro |
| Sabor | Salado característico | Salado característico |
| <i>Humedad %, máxima</i> | <i>0,5%</i> | <i>0,5%</i> |
| <i>Pureza%, mínima</i> | <i>99,1%</i> | <i>99,1%</i> |
| Granulometría | | |
| <i>Tamiz ITINTEC 2.00 mm (N° 10) Min</i> | | <i>75%</i> |
| <i>Tamiz ITINTEC 595 μm (N° 30) Mín.</i> | <i>80%</i> | |
| <i>Tamiz ITINTEC 177μm (N° 80) Máx.</i> | <i>20%</i> | <i>30%</i> |
| <i>Sustancias Impermeabilizantes tot. agregadas %, Máx.</i> | <i>1,0%</i> | <i>1,0%</i> |
| Impurezas | | |
| <i>Impurezas insolubles en agua, Máx.</i> | <i>0,10%</i> | <i>0,15%</i> |
| <i>Sulfato (SO₄), Máx.</i> | <i>0,3%</i> | <i>0,4%</i> |
| <i>Calcio (Ca⁺⁺), Máx.</i> | <i>0,15%</i> | <i>0,2%</i> |
| <i>Magnesio (Mg⁺⁺), Máx.</i> | <i>0,15%</i> | <i>0,2%</i> |
| <i>Plomo (Pb), Máx.</i> | <i>2,0 mg/kg</i> | <i>2,0 mg/kg</i> |
| <i>Cadmio (Cd), Máx.</i> | <i>0,5 mg/kg</i> | <i>0,5 mg/kg</i> |
| <i>Cobre (Cu), Máx.</i> | <i>2,0 mg/kg</i> | <i>2,0 mg/kg</i> |
| <i>Arsénico (As), Máx.</i> | <i>0,5 mg/kg</i> | <i>0,5 mg/kg</i> |
| <i>Mercurio (Hg), Max</i> | <i>0,1 mg/kg</i> | <i>0,1 mg/kg</i> |

| | | |
|------------------------------|-----------------|-----------------|
| <i>Hierro (Fe), Máx.</i> | <i>10 mg/kg</i> | <i>10 mg/kg</i> |
| <i>Bario (Ba++)</i> | <i>Exenta</i> | <i>Exenta</i> |
| <i>Materias nitrogenadas</i> | <i>Exenta</i> | <i>Exenta</i> |
| <i>Boratos</i> | <i>Exenta</i> | <i>Exenta</i> |

Fuente: Reglamento técnico para la fortificación de la sal para consumo humano con yodo y flúor [3]

Normativas técnicas de sal de mesa

Codex Alimentarius Codex Stan N° 150 – 1985.[3], Norma técnica peruana de sal para consumo humano NTP 209.015.2006 [3], Directrices para elaboración, adopción y aplicación de reglamentos técnicos en países miembros de comunidad andina y a nivel comunitario. [3]

Rediseño de proceso productivo

El rediseño de procesos se refiere al estudio sistemático de las actividades interconectadas en sus 12 flujos, con la finalidad de modificarlos para volverlos más eficaces, versátiles y potenciar su habilidad para cumplir con las demandas de los clientes. En el proceso de transformación de entradas, se espera que se examinen los procesos para perfeccionarlos y lograr salidas que generen o añadan valor a la entidad. [23]

Materiales y métodos

Se concluyó que dicho estudio fue de tipo descriptivo, debido a que se evaluó y describió el estado actual del proceso productivo de la empresa para cumplir estándares de calidad. Según fuentes, la investigación descriptiva se enfoca exclusivamente en medir o recuperar información independientemente de los conceptos o variables que se refieren, cuyo propósito no es determinar la relación entre ellos [24]. Esto significa que se aplicaron las técnicas o métodos para solucionar la problemática de la empresa, se llevó a cabo propuestas de mejora para solucionar la problemática en cuestión mediante la obtención de datos necesarios para realizar la comparación; el grado de investigación fue cuantitativo debido a la recolección de información y posteriormente un análisis, proporcionando datos medibles que han sido elaborados por el investigador. Por otro lado, la población del trabajo de investigación fueron los sacos de sal de mesa producidos en la empresa norteña de sal y la cantidad de muestras utilizadas para ensayos organolépticos y fisicoquímicos fue en base a la normativa NTP ISO 2859-1:1999. Por otro lado, los métodos de ensayo se basaron en métodos normalizados (INDECOPI, ISO, AOAC) o métodos de ensayo no normalizados (Anexo 1) validados y reconocidos por la autoridad correspondiente del país de procedencia [3]. Cabe recalcar que se utilizaron herramientas e instrumentos para la recolección de datos (Anexo 2)

Se logró el diagnóstico del proceso productivo de sal de mesa mediante una división de dos puntos importantes, diagnóstico del proceso productivo y diagnóstico de los estándares de calidad de sal de mesa. Para el diagnóstico del proceso productivo se evidenció materiales directos e indirectos y suministros para dar conocimiento de las características de cada insumo utilizado en el proceso productivo, se evidenció la descripción las etapas productivas de sal de mesa y mediante los distintos diagramas realizados nos permitió por medio de estudio de tiempos e indicadores de producción encontrar el punto crítico. Por otro lado, para el diagnóstico de los estándares de calidad de sal de mesa se envió una muestra de sal de mesa al laboratorio de GRUPO GEOHESA para que realice un análisis exhaustivo y saber qué características se cumplen y cuales no de acuerdo con el reglamento peruano. Por otro lado, para la elaboración de la propuesta de rediseño se realizó un análisis de alternativas de rediseño de proceso productivo de sal de mesa considerando criterios claves. Posteriormente se eligió la alternativa que sea mejor viable por medio de una tabla de ponderación; Finalmente, se diseñó la alternativa más viable considerando en solucionar los problemas del proceso productivo específicamente en las etapas en donde se realiza de manera directa la yodación y fluoración. Por último, se evaluó económicamente la propuesta de mejora de procesos para cumplir con los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa ubicada en el norte del Perú con la finalidad de cumplir los estándares de calidad. Se realizó el cálculo VAN y TIR para evidenciar de una mejor manera los resultados obtenidos y se identificó los beneficios obtenidos.

Resultados y discusión

Diagnóstico del proceso productivo y los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa del norte del Perú

Diagnóstico del proceso productivo de sal de mesa en una empresa norteña

Para lograr una descripción del proceso productivo se realizó el diagrama de bloques (Figura 1) debido a que se buscó obtener una descripción general del proceso productivo de sal de mesa representando los componentes principales de input y output.

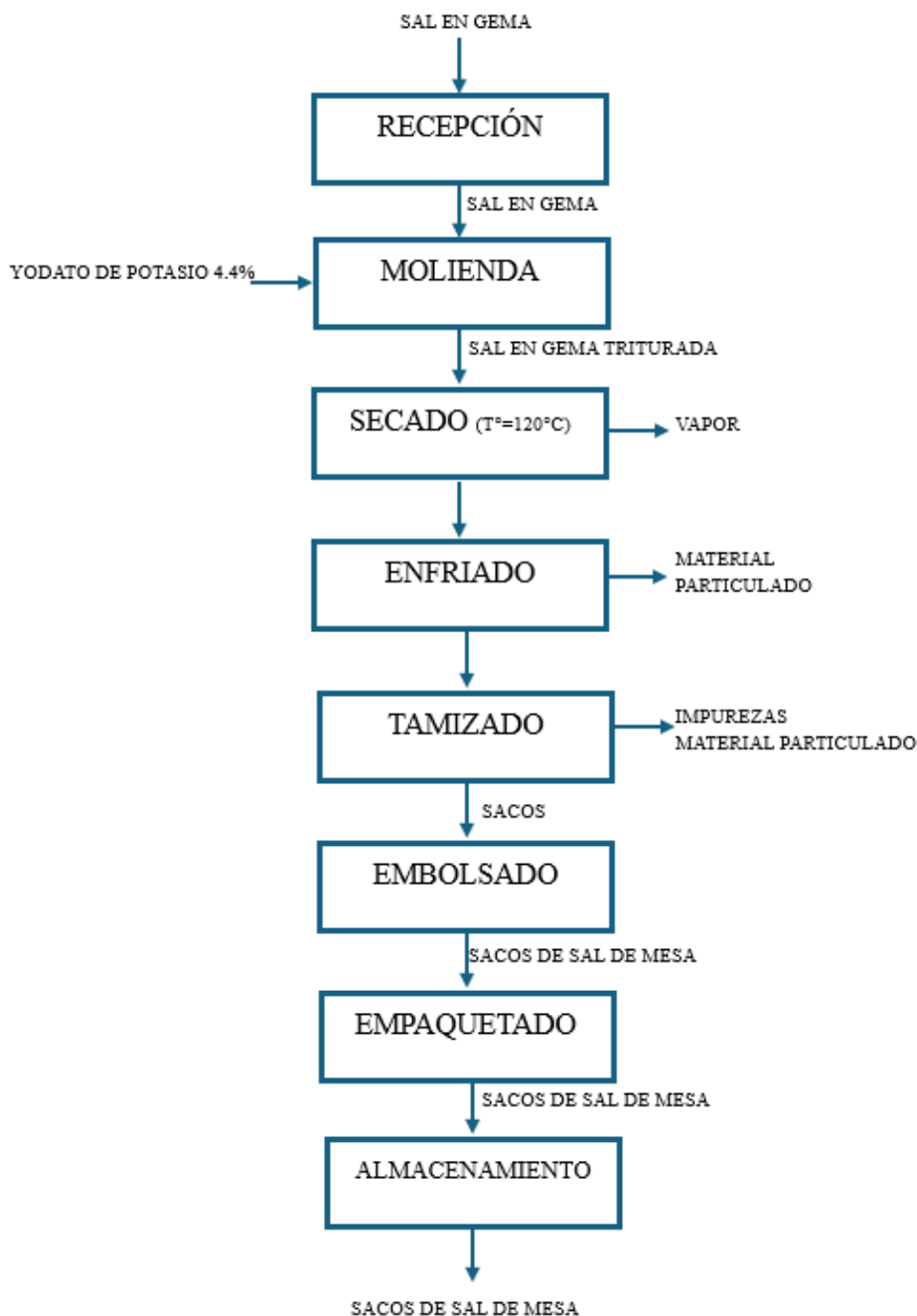


Figura 1: Diagrama de bloques de sal de mesa

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se realizó un DAP (Figura 2) con la finalidad de definir los tiempos de cada operación del proceso productivo, obtener el cuello de botella para eliminarlo. Se obtuvo 5 operaciones, 1 combinada, 6 transportes, 2 almacenamientos 1 demora con un tiempo total de 4,227 minutos.

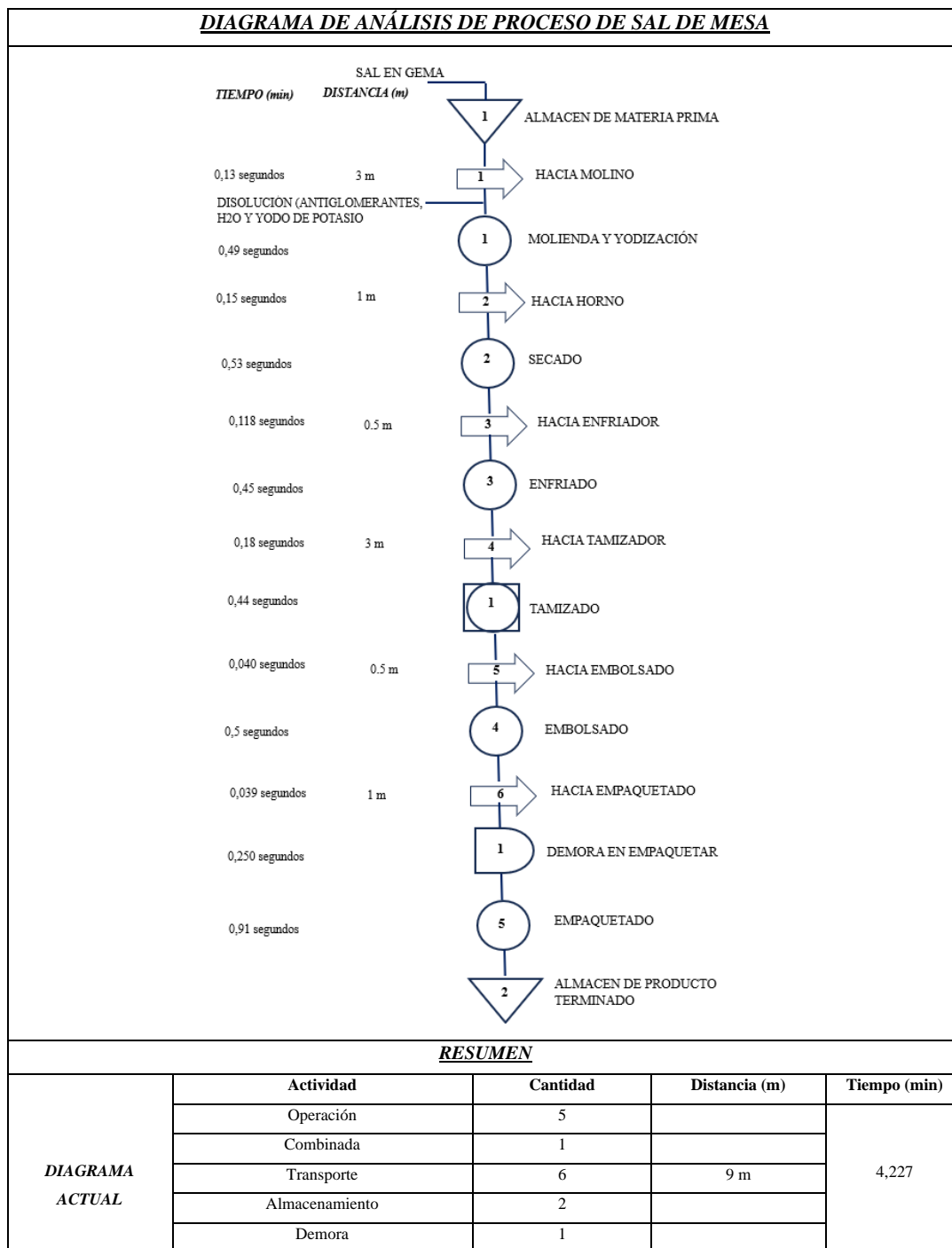


Figura 2: Diagrama de análisis de procesos de sal de mesa

Fuente: Elaboración propia

Siguiendo con el diagnóstico del proceso productivo de sal de mesa se determinó los distintos materiales directos, indirectos y suministros de la línea productiva de sal de mesa (Tabla 2)

Tabla 2: Materiales directos, indirectos y suministros

| Materiales directos | Detalle | Ficha técnica |
|------------------------------------|---|----------------------|
| Cloruro sódico mineral (Halita) | | Anexo 03 |
| Yodato de potasio | | Anexo 04 |
| Materiales directos | Detalle | Ficha técnica |
| Bolsas plásticas de polipropileno | | Anexo 05 |
| Hilos de coser | | Anexo 06 |
| Suministro | Detalle | |
| Agua | Utiliza agua proveniente de la EPSEL consumiendo 3 000 litros de agua mensuales para toda la planta. Sin embargo, solo 1 670 litros se utilizan para el área de enfriado. | |
| Energía | La empresa consume un aproximado de 2 700 kWh mensuales. | |

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se realizó un estudio de tiempos con la finalidad de determinar el tiempo estándar para cada operación en la cual el método utilizado fue observación directa. Por otro lado, se realizó el tamaño de muestra para una precisión del $\pm 5\%$ y un nivel de confianza del 95,45%, para determinar el número de observaciones de tomaron en cuenta 10 observaciones (Anexo 7) por lo tanto se tuvo que adicionar 3 observaciones más.

$$\sum X = 9,15$$

$$\sum X^2 = 8,3843$$

$$n' = 10 \text{ observaciones}$$

$$n = \left(\frac{40\sqrt{10(8,3843) - (9,15)^2}}{9,15} \right)^2 = 2,3028 = 3 \text{ observaciones}$$

Para tener una noción de rendimiento de los operarios en la elaboración de sal de mesa se determinó el ritmo de trabajo utilizándose una escala de valoración (Anexo 8); observándose que se cuenta con un tiempo base que oscila entre 0,4 y 0,5 minutos.

Por medio de un cálculo de suplementos recomendados por OIT se determinó los suplementos requeridos para cada etapa. Sin embargo, se priorizo la etapa de empaquetado manual identificando los suplementos que necesita el trabajador (anexo 9) obteniéndose un 1.26% de suplementos.

Con el tiempo base y el % de suplementos en la etapa de empaquetado se determinó el tiempo estándar con a la siguiente fórmula:

$$\mathbf{T tiempo\ estandar = Tiempo\ base * \% \text{ suplementos}}$$

$$Tiempo\ estandar = 0,6 * 1,26 = \mathbf{0,80\ minutos}$$

Se determino la producción real diaria de sacos de 25kg de sal mesa en la cual fue de 406627,5 kg/día y la eficiencia física en el mes de enero fue de 85,01%

$$\text{Producción real diaria: } \frac{9 \frac{\text{horas}}{\text{día}} * 60 \frac{\text{min}}{\text{hora}}}{0,91 \text{min/und}} = 593,41 \frac{\text{und}}{\text{día}} = 8132,55 \frac{\text{kg}}{\text{día}} = \mathbf{406627,5 \text{ kg/día}}$$

$$Eficiencia\ física = \frac{4950 \frac{\text{und} * 25\text{kg}}{\text{mes}}}{145579 \frac{\text{kg}}{\text{mes}}} = 0,8501 = 85.01\%$$

Para calcular la productividad se tomó como datos la producción mensual obtenida, mano de obra, materia prima empleada, costos de producción, ventas, eficiencia económica, eficiencia física y productividad de MP mensuales. Obteniendo una productividad de materia prima de 0,85005 kg y una productividad de mano de obra de 15468,75 kg/operario*mes.

$$\rho \text{ factor materia principal } \frac{\text{Output}}{\text{Materia prima principal}}$$

$$\rho \text{ factor materia principal } \frac{123750 \text{ kg/mes}}{145579 \text{ kg/mes}} = 0,85005 \text{ kg}$$

$$\rho \text{ mano de obra } \frac{\text{Output}}{\text{Nº de operarios}}$$

$$\rho \text{ mano de obra } = \frac{123750 \text{ kg/mes}}{9 \text{ operarios}} = 15468,75 \frac{\text{kg}}{\text{operario} * \text{mes}}$$

Para determinar la capacidad proyectada se tomó en cuenta la capacidad de real tomando la etapa de etiquetado (cuello de botella) debido a que es desconocida la capacidad de diseño exacta

$$\text{Capacidad real de cuello de botella: } 8132,55 \frac{\text{kg}}{\text{día}}$$

Días laborales mensuales: 26 días

Días laborables anuales: 360 días

$$\text{Capacidad real mensual: } 8132,55 \frac{\text{kg}}{\text{día}} * 26 \frac{\text{días}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad real mensual: } 211446,3 \frac{\text{kg}}{\text{mes}} = 8457,852 \frac{\text{und}}{\text{mes}}$$

$$\text{Capacidad real anual: } 2927718 \frac{\text{kg}}{\text{año}} = 117108,72 \frac{\text{und}}{\text{año}}$$

Finalmente, se determinó la utilización de sal de mesa en el mes de enero con la siguiente fórmula:

$$\text{Utilización Enero} = \frac{\text{Unidades de sal de mesa}}{\text{Capacidad real mensual}}$$

$$\text{Utilización Enero} = \frac{4950 \text{ und/mes}}{8457,852 \text{ und/mes}}$$

$$\text{Utilización Enero} = 0,5853 = 58,53\%$$

Diagnóstico de recursos

Para el diagnóstico de recursos se diagnosticó distintos aspectos de la organización, el recurso humano la cual la empresa cuenta con un total de 8 trabajadores dentro de toda la empresa en cuestión; Sin embargo, 7 operarios le pertenecen al área de elaboración de sal de mesa (Anexo 10), por una encuesta realizada de manera presencial a los operarios de producción se obtuvo como resultado que los operarios en todo el tiempo que llevan operando en la empresa nunca se le ha brindado una capacitación en manipulación de alimentos y es por ello que no contaban con una indumentaria correcta (Anexo 11) acarreando problemas de calidad de sal de mesa.

Por la parte del diagnóstico de la infraestructura, la empresa cuenta con un terreno de 1000 m² de los cuales solo 400 m² le pertenecen a la producción de sal de mesa. El Layout (figura 3) muestra que la empresa tiene 1 oficina principal, 1 área de monitoreo de maquinaria, 1 área de almacén de insumos, 1 área de almacén de producto terminado, 2 áreas de SS. HH tanto para hombres como para mujer y el área de la elaboración de sal de mesa. Por otro lado, se detalló los equipos y máquinas utilizadas en la producción de sal de mesa para consumo humano (Tabla 3).

Tabla 3: Equipos y máquinas de producción de sal de mesa

| Equipo y máquinas | Detalle | Ficha técnica |
|------------------------|---|-----------------|
| Molino de martillos | Encargado de triturar la sal para disminuir el volumen y peso del grano de sal. | Anexo 12 |
| Elevador de cangilones | Encargado de transportar de la sal de halita hacia la faja | Anexo 13 |

| | | |
|---------------------|---|-----------------|
| | transportadora para su posterior almacenamiento. | |
| Enfriador rotatorio | Encargado de la extracción de humedad de sal Halita mediante un sistema de lanzallamas con una temperatura promedio de 110 °C – 130 °C. | Anexo 14 |
| Horno de secado | Se mostrará la capacidad diseñada del horno de secado. | Anexo 15 |
| Faja transportadora | Tiene como función el transporte de sal de halita hacia el almacén de materia prima | Anexo 16 |
| Cosedora de sacos | Es el equipo encargado de sellar los sacos de 25 kg o 50 kg de sal de mesa. | Anexo 17 |

Fuente: Elaboración propia

Para el diagnóstico económico se determinó los costos de producción para la elaboración de sal de mesa en la cual fue de S/.8,3 (Tabla 4) logrando una eficiencia económica en el mes de enero de 1,55 lo cual representa a un 0,55 de beneficio por cada sol invertido.

Tabla 4: Costos de producción para la elaboración de sal de mesa

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| <i>Mano de obra</i> | <i>S/.2,40</i> |
| <i>Materia prima</i> | <i>S/. 3</i> |
| <i>Suministro</i> | <i>S/.0,95</i> |
| <i>Energía eléctrica</i> | <i>S/.0,21</i> |
| <i>Agua</i> | <i>S/.0,25</i> |
| <i>Combustible</i> | <i>S/.0,46</i> |
| <i>Yodo</i> | <i>S/.0,35</i> |
| <i>Antiglomerante</i> | <i>S/.0,23</i> |
| <i>Bolsas polietileno</i> | <i>S/. 0,09</i> |
| <i>Empaque</i> | <i>S/. 0,26</i> |
| <i>Costo unitario</i> | <i>S/. 8,3</i> |

Fuente: Elaboración propia

$$EFICIENCIA ECONÓMICA = \frac{41085 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}}{64350 \frac{\text{soles}}{\text{mes}}} =$$

$$Eficiencia económica = 1,55$$

Diagnóstico de los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa norteña del Perú

Para poder diagnosticar los estándares de calidad de sal de mesa se tomó en cuenta la data historia de la empresa, se contaba con 19% de productos defectuosos y con defectos, es decir, el 10% de productos no vendidos eran debido a que la sal no cumplía con los estándares de calidad establecidos por la Norma Técnica Peruana [3] y por otro lado el 9% de productos con defectos se debía a que los operarios no realizaban un correcto cosido de sacos (Anexo 34). En la tabla 5 se muestra un resumen de la producción de sal de mesa de enero a diciembre del año 2023.

Tabla 5: Resumen de producción de sal de mesa Enero - Diciembre 2023

| Mes | Producción | Sacos defectuosos | Sacos con defectos |
|------------|-------------------|--------------------------|---------------------------|
| Enero | 4950 sacos | 635 sacos | 597 sacos |
| Febrero | 4525 sacos | 1162 sacos | 0 sacos |
| Marzo | 5234 sacos | 225 sacos | 732 sacos |
| Abril | 4463 sacos | 1094 sacos | 0 sacos |
| Mayo | 5595 sacos | 354 sacos | 494 sacos |
| Junio | 5926 sacos | 673 sacos | 262 sacos |

| | | | |
|--------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| Julio | 4558 sacos | 449 sacos | 435 sacos |
| Agosto | 4974 sacos | 610 sacos | 441 sacos |
| Septiembre | 5834 sacos | 288 sacos | 709 sacos |
| Octubre | 5233 sacos | 152 sacos | 768 sacos |
| Noviembre | 4690 sacos | 254 sacos | 660 sacos |
| Diciembre | 5562 sacos | 205 sacos | 622 sacos |
| Total | 61 544 sacos | 6 101 sacos | 5 720 sacos |

Fuente: Elaboración propia

Una vez determinado el porcentaje de producto defectuoso de sal de mesa en el año 2023, se procedió a enviar una muestra aleatoria al laboratorio del GRUPO GEOHESA (Anexo 18 y Anexo 19) con el objetivo de diagnosticar cual era el contenido real de las características fisicoquímicas y organolépticas de sal de mesa obteniendo los siguientes resultados (Tabla 6).

Tabla 6: Resultados de requisitos fisicoquímicos y organolépticos de sal de mesa

| Requisitos | Fuente | Contenido según NTP 209.015.2006 [3] | Contenido real de la empresa | Resultados |
|--------------------|--------------------------|--|---|-------------------|
| Yodo | Yodato de potasio (KI03) | 30 a 40 ppm (o mg/kg de sal) | 44 ppm | No cumple |
| Flúor | Fluoruro de Potasio (KF) | 200 a 250 ppm (o mg/kg de sal) | 267 ppm | No cumple |
| Análisis sensorial | Granulometría | Ret. Malla 39; 0.10 máx. Ret. Malla 80; 25 máx. | Ret. Malla 39; 0.8 Ret. Malla 80; 21 | Si cumple |
| Humedad máx. | - | 0,30 | 0,27 | Si cumple |

Fuente: Elaboración propia

Se evaluó únicamente las características analizadas (yodo, flúor, granulometría y humedad máxima) de sal de mesa debido a que se tomó en cuenta los requisitos establecidos por la NTP 209.015 [3] como se muestra en la tabla 1. Por otro lado, con el apoyo de dicha tabla se pudo determinar que la problemática que contaba la empresa de sal se basaba en la etapa de yodación.

Los resultados obtenidos mediante el análisis de laboratorio fue que la empresa cuenta con un problema de yodación y fluoración de sal de mesa la cual no le permite cumplir con los estándares de calidad establecidos por la NTP 209.015.2006 [3]. La causa del incumplimiento se encuentra asociada a la uniformidad de la cantidad de yodo en la sal de mesa debido a que se aplica únicamente 400 gramos de yodo y 400 de agente antiapelmazante (ferrocianuro sódico) para un proceso de 15 toneladas de sal húmeda no obteniendo el resultado esperando de uniformidad con esa cantidad establecido. Otras causas para el incumplimiento es la falta de

un laboratorio de control de calidad ya que al no contar con dicho laboratorio no se podrá analizar el lote producido de sal para determinar si se encuentra dentro con los parámetros establecidos de yodo, flúor, granulometría y humedad a que no se realiza un análisis fisicoquímico por cada lote elaborado de sal de mesa del; Finalmente, la mano de obra no se encuentra calificada para determinar si la sal producida se encuentra granulométricamente correcta debido a que no se le ha brindado ninguna capacitación del tema en cuestión ya que mediante la observación y el tacto de los granos de sal se puede dar un alcance si la granulometría de sal es la adecuado.

Desarrollar y evaluar las alternativas del rediseño del proceso productivo para asegurar los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa norteña

Para determinar la cantidad de yodo necesaria se determinó el flujo masico de la molienda en donde se tomó como referencia 4 sacos de sal molida y se obtuvo 350 kilos de sal molida en un tiempo de 200 segundos; Se determino el flujo másico mediante la siguiente fórmula:

$$FMM = \frac{350 \text{ kilos}}{200 \text{ segundos}} * 3,6 = 6,3 \text{ tm/hora}$$

Por otro lado, se determinó la velocidad de goteo mediante la siguiente fórmula:

$$Vg = \frac{2,803839 * 40 * 6,3}{8} = 88,3 \text{ ml/minuto}$$

Tomando en cuenta la cantidad de yodo colocado en 15 toneladas de sal producida en la jornada laboral en la empresa norteña, se determinó que se produce 1,75 toneladas de sal por hora. Eso quiere decir, que con ayuda de la tabla de determinación de la cantidad de yodo de acuerdo con la velocidad de producción (Anexo 20) se deberá colocar la cantidad de 32 g/min de yodo.

Desarrollo y evaluación de alternativas de rediseño.

Se desarrollaron y evaluaron 4 alternativas de rediseño distintas con el objetivo de garantizar que la problemática planteada de yodación sea absuelva velando y optando por la alternativa que le brinda mayor beneficio a la empresa de sal.

Alternativa 1: Automatización, implementación de laboratorio y contratación del personal.

Debido a que la etapa de yodación en la empresa de sal se realiza de manera manual no se logra tener una uniformidad de sal para el lote producido; Es por ello, que una alternativa de rediseño vendría a ser la automatización de la etapa de yodación y fluoración debido con esta alternativa

se puede reducir tiempos, costos, minimizar y controlar las fallas de yodación y fluoración y aumentar su productividad. Por otro lado, se requiere implementar un laboratorio de control de calidad, contratando personal capacitado en industrias alimentarias para que brinde análisis exactos sobre el producto en cuestión. Por otro lado, ayudará a que el lote distribuido cumpla con los estándares mínimos establecidos por el estado peruano garantizando que el producto se posiciona de gran manera en el mercado logrando una mayor demanda y aumentando sus ganancias.

Alternativa 2: Automatización y tercerización de análisis por lote.

Para esta alternativa de rediseño de igual manera se logrará tener una automatización en la etapa de yodación y fluoración. Sin embargo, se empleará una tercerización de análisis de laboratorio por lote debido a que la empresa no realiza un gasto elevado por construir un laboratorio y contratar personal capacitado, sino que cada lote producido es enviado a un laboratorio de industrias alimentarias que cuenten con certificaciones ISO para un mejor análisis y un resultado correcto.

Alternativa 3: Mejora del proceso manual, implementación de transportador helicoidal, implementación de laboratorio y contratación del personal.

No siempre se tienen los recursos necesarios para automatizar una etapa del proceso productivo. Sin embargo, el rediseñar la etapa de yodación manual en el proceso actual tendría un efecto positivo para la empresa. Se realizaría mediante un cambio de método de yodación debido a que actualmente se realiza por método de “vía húmeda por goteo” y será reemplazada por el método de “vía seca” teniendo una modificación de etapas e invirtiendo en un equipo transportador helicoidal para el nuevo método empleado. Por otro lado, se realizará una capacitación al personal sobre temas de preparación de premezcla de yodato de potasio, mantenimientos preventivos, seguridad industrial e higiene y manipulación de alimentos y finalmente se implementará un laboratorio de control de calidad, contratando personal capacitado en industrias alimentarias para que brinde análisis exactos sobre el producto en cuestión con la finalidad de que se cumplan de manera efectiva los estándares de calidad de sal de mesa.

Alternativa 4: Mejora del proceso manual, implementación de transportador helicoidal y tercerización de análisis por lote

Para la última alternativa de rediseño de igual manera que la alternativa anterior, se mejorará el proceso manual con cambio de técnica de yodación de sal de mesa, implementación de capacitaciones al personal y una compra de un transportador helicoidal. Sin embargo, no se invertirá en implementar un laboratorio de control de calidad, sino que cada lote producido será enviado a un laboratorio de industrias alimentarias que cuenten con certificaciones ISO para un mejor análisis y un resultado correcto sobre las características organolépticas encontradas dentro del lote producido.

Posterior a la descripción de las alternativas de rediseño se desarrolló cada alternativa con el fin de demostrar e igualar cada una de las mejoras para finalmente optar mediante una serie de criterios cual vendría a ser la más viable.

Automatización de una máquina dosificadora de yodo

La alternativa 1 y la alternativa 2 presentan la misma solución para absolver con la problemática planteada, la implementación de un sistema automatizado de una máquina dosificadora de yodo mediante el programa Somachine con el fin de controlar fallas en la etapa de yodación teniendo beneficios extras como la reducción de tiempos y aumentar la productividad.

Mediante el programa Somachine (anexo 21 y anexo 22) contando con un sistema de lazo cerrado (anexo 23) se accionará de manera digital (P_V) desde la máquina dosificadora de yodo por medio de un software, se deberá accionar aproximadamente 1 minuto antes (TON_0) que termine la etapa anterior debido a que la bomba se deberá activar para la solución de yodo mediante una manguera sea trasladado hacia la válvula 1 (V1), pasado el minuto la bomba se apaga, la válvula 1 se abre para que la solución de yodo caiga hasta la válvula 2 (V2). En el transcurso del minuto la faja es activada, la sal deberá avanzar hasta que este alineado con el sensor óptico (S_OPTICO), este sensor mandará una señal de corte de flujo magnético lo que dará paso a que la válvula 2 se abra y comience a gotear la solución de yodo en un tiempo de 30 segundos (TON_2); Finalmente, en el momento que se acaba la solución de yodo se coloca una memoria (M0) con el fin de retroalimentar la bomba. El pulsador rojo (P_R) siempre estará activado; Sin embargo, en el momento que se dé una falla de calidad o una falla en la simulación dicho pulsador será el encargado de que todo el circuito sea desconectado.

En la tabla 7 se observa el costo de implementación del sistema automatizado de una máquina dosificadora de yodo en la empresa norteña, la cual, se determinó únicamente elementos necesarios para ejecución de la alternativa. Los costos de mantenimiento de la máquina dosificadora se especifican en el anexo 24.

Tabla 7: Costo de implementación de automatización

| <i>Elemento</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Total</i> |
|-------------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| Software Somachine | 1 | S/. 2420 | S/. 2420 |
| Tanque de 20 L | 1 | S/. 29,76 | S/. 29,76 |
| Manguera | 1 | S/. 151,56 | S/. 151,56 |
| Válvulas de globo | 2 | S/. 99,75 | S/. 199,5 |
| Sensor Óptico | 2 | S/. 423,05 | S/. 846,1 |
| Costo total | | | S/. 2646,92 |
| Costo de mantenimiento | | | Anexo 24 |

Fuente: Elaboración propia

Implementación de un laboratorio de control de calidad

En la alternativa 1 se propuso la implementación de un laboratorio de calidad debido a que la empresa no contaba con dicho laboratorio con el fin de realizar análisis frecuentes del lote de sal de mesa asegurando que su producto se cumpla de acuerdo con los estándares de calidad establecido por la NTP 209.015.2006[3]. Se diseñó el layout del laboratorio (anexo 25), se determinó los materiales y reactivos que se iban a necesitar (anexo 26) y para la infraestructura del laboratorio de control de calidad, se determinó las dimensiones necesarias y el material en la cual se iba construir (anexo 27) debido tienen una alta resistencia ante factores como los productos químicos y humedad.

En la tabla 8 se muestra un resumen de todos los costos de implementación de un laboratorio de calidad para la empresa elaboradora de sal de mesa incluyendo infraestructura (exterior, piso, techo, pintura y mano de obra) y materiales y reactivos necesarios para el buen funcionamiento del laboratorio de calidad.

Tabla 8: Costo de implementación de laboratorio

| Costo de implementación de laboratorio de control de calidad | | |
|---|-------------|----------|
| Infraestructura | S/. 8352,04 | ANEXO 27 |
| Materiales | S/. 8217,39 | ANEXO 26 |
| Reactivos | S/ 784,97 | ANEXO 26 |

Total**S/ 17354,4**

Fuente: Elaboración propia

Contratación del personal para laboratorio

Si se implementa el laboratorio de control de calidad, se necesitará específicamente 1 analista para dicho laboratorio; Se busca este perfil del trabajador debido a que tendrá que examinar y evaluar todas las características organolépticas implicadas en el producto final de sal de mesa. El anexo 28 muestra el sueldo promedio del analista de calidad según Indeed [25].

Tercerización de análisis de lote de sal de mesa

La alternativa 2 y la alternativa 4 determino como una solución de cumplir con los estándares de calidad la alternativa de tercerización de análisis de calidad por lote de sal de mesa con el fin de contar con un resultado que aseguro que la sal elaborada cumple con todos los parámetros establecidos por la NTP 209.015.2006 [3]. El anexo 29 muestra el costo de tercerización para el lote de sal de mesa determinando el costo del análisis y costo del envío del lote.

Plan de capacitación

Las 4 alternativas de rediseño necesitan que los operarios de producción se mantengan informados y capacitados para solucionar la problemática planteada. Es por ello, se realizó un plan de capacitación al personal (anexo 30) contando con objetivos precisos, un alcance en donde participen todo el personal y con un tiempo de 5 meses hábiles. La tabla 9 muestra el costo de implementación de la capacitación al personal debido a que vendrán a la planta de sal capacitadores especializados en el tema de calidad.

Tabla 9: Costo de implementación de la capacitación al personal

| <i>CAPACITACIÓN</i> | | | |
|---|-----------------|-----------------------|--------------------|
| <i>Elemento</i> | <i>Cantidad</i> | <i>Costo unitario</i> | <i>Total (S/.)</i> |
| Valor de capacitación (Capacitaciones, materiales de capacitación) | 24 semanas | S/ 287,5 | S/ 6900 |
| Gastos de viaje, alojamiento y comidas | 4 ponentes | S/. 7200 | S/. 28800 |
| Imprevistos | 5 % | S/ 200 | S/ 714 000 |

Total

S/ 749,700

Fuente: Elaboración propia

Implementación de transportador helicoidal

Una alternativa de rediseño (Alternativa 3, alternativa 4) fue la implementación del transportador helicoidal debido a que se realizaría un cambio de método de yodación ya que actualmente cuenta con el método de “vía húmeda por goteo” y será reemplazada por el método de “vía seca”. El anexo 31 muestra el precio del transportador helicoidal a implementar, se tendrá que traer del extranjero (Shanghái, China) debido a que es un transportador especialmente adecuado a los granos de menor escala (Sal, arroz).

Una vez desarrollada las 4 alternativa de rediseño de procesos productivos se evaluaron mediante una serie de criterios. La evaluación obtuvo el puntaje total de cada alternativa como se puede mostrar en el anexo 32 para posteriormente determinar mediante una tabla de ponderación como se observa en la tabla 10 que alternativa era la más viable.

Tabla 10: Tabla de ponderación de las alternativas

| Factores | | | Alternativas | | | |
|-----------------------------|------|------------|--------------|------------|------------|--|
| Descripción | Peso | 1 | 2 | 3 | 4 | |
| Tiempo de ejecución | 10 | 1 | 1 | 3 | 5 | |
| Costo de implementación | 20 | 1 | 5 | 3 | 5 | |
| Aseguramiento de calidad | 20 | 5 | 5 | 5 | 5 | |
| Costo de mantenimiento | 15 | 3 | 5 | 1 | 3 | |
| Rentabilidad | 20 | 3 | 3 | 3 | 3 | |
| Tiempo de reparación | 15 | 3 | 3 | 1 | 1 | |
| Total | | 280 | 390 | 280 | 370 | |
| Porcentaje alcanzado | | 56% | 78% | 56% | 74% | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se muestra una comparación entre los indicadores antes y después de la implementación de la propuesta de mejora contando con un aumento en la eficiencia física de un 7% y un aumento de S/ 7 846,86 en las ventas de sal de mesa.

Tabla 11: Indicadores antes y después de la mejora propuesta

| Ítem | Indicadores actuales | Indicadores con la mejora |
|--------------------------------|----------------------|---------------------------|
| Producción (Und/año) | 61 544 | 67 699 |
| Producción (Kg/año) | 1 538 600 | 1 692 460 |
| Mano de obra | 8 | 9 |
| Materia prima empleada | 1 806 703 | 1 807 055 |
| Costo de producción | 572 359 | 968 087 |
| Precio de venta | 17 | 17 |
| Ventas (soles/año) | S/ 1,046,248 | S/ 1,150,872.80 |
| Eficiencia física (%) | 85% | 94% |
| Eficiencia económica | 1,55 | 1,84 |
| Productividad factor MP | 0,8519365 | 0,928428 |
| Productividad MO | 16027,083 | 15528,463 |

Fuente: Elaboración propia

Basado en el análisis de evaluación de las alternativas antes mencionadas, mediante una ponderación y pesos se tomó como ganadora la alternativa 2 que se basa en una automatización de la etapa de yodación de sal de mesa y una tercerización para analizar el lote producido de sal de mesa con el fin de que el producto se encuentre en los parámetros establecidos por el estado peruano de yodo, flúor, granulometría y humedad. En el diagnóstico se contaba con un 19% de producto defectuoso y con defectos (Anexo 34), es decir, el 10% eran sacos defectuosos de sal de mesa debido a que no contaban con el contenido adecuado de yodo según la NTP 209.015.2006 [3] existiendo un riesgo para la salud de los consumidores. Por otro lado, el 9% es producto con defectos debido a que existe un mal cosido por parte de los operarios. La propuesta de mejora se basa en el 10% de producto defectuoso con respecto a la calidad de este, es por ello, que se recuperaron 5 538,96 sacos de sal que podrán ser vendidos sin ningún problema.

Evaluar económicamente la propuesta de mejora en una empresa del norte del Perú

Para evaluar económicamente la propuesta se consideró el rediseño de la alternativa ganadora que fue la automatización de etapa de yodación y tercerización de análisis de calidad. Se evidencia el estado de resultados de la propuesta ganadora (Anexo 34) y el flujo de caja (tabla 12).

Tabla 12: Flujo de caja

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-------------------------------|------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Utilidad después de impuestos | | 7,338.32 | 7,489.02 | 7,642.73 | 7,799.52 | 7,959.44 |
| Depreciación | | 279.00 | 279.00 | 279.00 | 279.00 | 279.00 |
| Inversión | 12,093.54 | 7,617.32 | 7,768.02 | 7,921.73 | 8,078.52 | 8,238.44 |
| Flujo neto de efectivo | -12,093.54 | 7,617.32 | 7,768.02 | 7,921.73 | 8,078.52 | 8,238.44 |
| VAN | 12,931.24 | | | | | |
| TIR | 57.88% | | | | | |
| Ingresos | | 98,141.00 | 100,103.82 | 102,105.90 | 104,148.01 | 106,230.97 |
| Egresos | 12,093.54 | 90,523.68 | 92,335.80 | 94,184.17 | 96,069.49 | 97,992.53 |
| VAN Ingresos | 322,533.19 | | | | | |
| VAN Egresos | 309,601.95 | | | | | |
| Beneficio/Costo | 1.04 | | | | | |
| PRI / Payback | 2.42 | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 12 se observa un beneficio/costo de S/ 1,04, un VAR de S/ 12,931.24, un TIR de 57.88% y un PRI de 2.42 años; Con los resultados obtenidos se considera que el proyecto es rentable.

Discusión

Izquierdo [12] en su investigación por medio de la implementación del método de ion selectivo mediante linealidad, exactitud y precisión dio como resultado que el 40% de las sales producidas no cumplen con el rango de concentración de flúor o yodo de acuerdo con la ley colombiana la cual cuenta con una desviación de 10 ppm con respecto a la ley de yodación peruana, comparado con la presente investigación se logró comprando este resultado con la presente investigación la cual la empresa presenta problemas del 19% de sacos defectuosos con respecto a la calidad del producto. De manera similar, la investigación de Didas [17] por medio de un método experimental de las máquinas de yodación con el fin de mejorar las tecnologías locales para la yodación de sal dando como resultados que un 93% de las muestras contaban con problemas de yodación (24% sobre yodadas y 69% sub yodadas). Por último, los investigadores Terry, Zulueta, Paz y Flores [18] implementaron un sistema para crear un producto de excelente calidad que contenga con la cantidad correcta de yodo utilizando datos de la industria, inspecciones sanitarias estatales y análisis de laboratorio dando como resultado que el 14,7% de muestra examinadas se encontraban con la cantidad de yodo inadecuadas.

Para el diagnóstico de sal de mesa mediante análisis de laboratorio, Vasconcelos, Rosa y Fonseca [13] en su investigación diagnosticaron el proceso productivo mediante una evaluación de parámetros fisicoquímicos como humedad, turbidez, yodo y cloruro de sal rosa del Himalaya mediante la norma ANVISA el cual les dio como resultado que la sal contaba con un 22,4% de yodo, un 2,4% de humedad, un 61,91% de cloro y un 97% de turbidez, es decir, la sal rosa no tiene un contenido significativo de yodo, pero tiene un alto valor de cloro, comparado con la presente investigación se diagnosticó las características fisicoquímicas y organolépticas de sal de mesa mediante un análisis de laboratorio obteniéndose como resultado que el producto no cumple con el contenido adecuado de yodo ni flúor (yodo: 44 ppm, flúor 267 ppm) según la NTP 209.015.2006 (yodo: 30 a 40 ppm, flúor: 200 a 250 ppm). Por otro lado, los investigadores Giri, Pandey y Shakya [19] que mediante un diagnóstico de 2117 muestra de sal comercializadas en Nepal se obtuvo como resultado que la sal se encontraba con una media general de yodo de 53,9 ppm (rango: 43,5 – 61,4ppm). Por último, el investigador Souza [16] evaluó la calidad fisicoquímica de sal de mesa distribuida en la ciudad de Rio Grande, Brasil en donde se determinó el contenido de masa, humedad, turbidez, yodo y cloruro de sodio obteniendo como resultado que la sal comercializada superaba con nivel de yodo permitidos por el país (15 – 45 mg/kg).

Terry, Zulueta, Paz y Flores [18] implementaron un sistema que monitorea la producción, distribución y consumo de sal yodada para garantizar que el producto sea de alta calidad en función a la cantidad adecuada de yodo, fue desarrollado mediante datos industriales, inspección sanitaria, análisis de laboratorio, muestreo en los almacenes mediante un control “in situ” con técnicas cualitativas obteniendo como resultado el 85,3% de sal adecuadamente yodadas, a diferencia del rediseño del presente proyecto se usó la técnica de automatización de la etapa de yodación y se implementó una tercerización de análisis de laboratorio por lote de sal de mesa logrando pasar de un 82% de lote adecuadamente yodada a un aumento del 91% de sal de mesa que se encuentra con la yodación adecuada. Por otro lado, el investigador Viril [11] realizó una investigación descriptiva en la cual buscó una solución alternativa llamada “concepto de casa de producción de sal” con el fin de mejorar la calidad de producción de sal dando como resultado un aumento significativamente la calidad de sal mediante un enfoque de ingeniería tecnológica con el método japonés SPH (Casa de producción de sal) teniendo como resultados un aumento con el método japonés de 31% de eficiencia con respecto al método tradicional (pasando de 3.97 toneladas métricas de producción a 12,87 toneladas métricas) llegando a alcanzar un 96,75% de producción de sal yodada adecuadamente para el consumo humano.

Finalmente, Pérez [20] en su investigación obtuvo dentro de la validación económica un valor actual neto de S/ 2,039.615, una tasa interna de retorno de 54% y un beneficio/costo de 1.37, comparado con la presente investigación se obtuvo un valor actual neto (VAN) de S/ 12,931.54, una tasa interna de retorno (TIR) de 57,88%, un beneficio/costo de 1,04.

Conclusiones

Se logró rediseñar la etapa de yodación en el proceso productivo asegurando los estándares de calidad de sal de mesa logrando disminuir los sacos defectuosos de 19% a 9%, es decir, se obtuvo una reducción de 52% con respecto a su valor inicial mediante la alternativa de automatización de la etapa de yodación y tercerización de análisis de lote en una empresa de sal del norte del Perú.

Para el diagnóstico del proceso de producción y estándares de calidad de sal de mesa encontrándose como causa raíz el incumplimiento de dos requisitos en base a las características fisicoquímicas y organolépticas de sal de mesa (yodo: 44 ppm, flúor 267 ppm) debido a que no se encuentra acorde al contenido adecuado según la NTP 209.015.2006 (yodo: 30 a 40 ppm, flúor: 200 a 250 ppm).

El rediseño del proceso productivo permitió disminuir sacos defectuosos en un 52% mediante una evaluación de 4 alternativas de rediseño para asegurar los estándares de calidad de sal de mesa, por medio de una tabla de ponderación se determinó que alternativa era la más favorable para la empresa dándonos como resultados la alternativa de automatización de la etapa de yodación y tercerización de análisis de lote.

Finalmente, mediante la propuesta de rediseño se evaluó económica y financieramente dando como resultados que el proyecto es viable según los siguientes indicadores financieros, valor actual neto (VAN) de S/ 12,931.54, una tasa interna de retorno (TIR) de 57,88%, un beneficio/costo de 1,04 y un periodo de retorno de la inversión (PRI) de 2.42 años.

Recomendaciones

- Evaluar, analizar y desarrollar la alternativa de mejora del proceso manual agregando un transportador helicoidal en la etapa de yodación.
- Se recomienda diseñar e implementar un laboratorio de control de calidad con personal capacitado para asegurar el cumplimiento de los estándares de calidad de sal de mesa.
- Diseñar e implementar el sistema HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) para asegurar la inocuidad de sal de mesa y que el producto cumpla con los estándares de calidad.

Referencias

- [1] Statista, «Statista,» 17 Abril 2023. [En línea]. Available: <https://es.statista.com/estadisticas/600883/paises-lideres-en-la-produccion-de-sal-a-nivel-mundial/>. [Último acceso: 26 Agosto 2023].
- [2] C. A. Legua Castilla, , G. C. Ramírez Beltrán y Á. G. Zavala De la Rosa, «INFORME ANUAL SAL DE CONSUMO HUMANO. Año 2020,» 2020.
- [3] M. d. Salud, «REGLAMENTO TÉCNICO PARA LA FORTIFICACIÓN DE LA SAL PARA CONSUMO HUMANO CON YODO Y FLÚOR,» Lima, 2006.
- [4] Estatal, Agencia, Real Decreto 1424/1983, Presidencia del Gobierno, 1983.
- [5] EsSalud, «EsSalud,» 17 Febrero 2020. [En línea]. Available: <http://noticias.essalud.gob.pe/?inno-noticia=en-peru-se-consume-mas-sal-de-lo-recomendado-alerta-essalud>. [Último acceso: 23 Agosto 2023].
- [6] X. Pinedo, «Aliados/as,» 12 Marzo 2023. [En línea]. Available: <https://ojo-publico.com/4343/sal-exceso-medidas-para-reducir-consumo-peru-son-insuficientes#:~:text=En%20paralelo%2C%20Sara%20Cerna%2C%20directora,la%20poblaci%C3%B3n%20peruana%20de%202019..> [Último acceso: 23 Agosto 2023].
- [7] B. MUNDIAL, «BANCO MUNDIAL,» 2019. [En línea]. Available: <https://datos.bancomundial.org/indicador/SN.ITK.SALT.ZS?locations=PE>. [Último acceso: 23 Agosto 2023].
- [8] Redacción Gestión, «Gestión,» 21 Junio 2023. [En línea]. Available: <https://gestion.pe/tu-dinero/cual-es-el-valor-de-la-uit-en-2023-peru-nnda-nnlt-noticia/?ref=gesr>. [Último acceso: 15 Septiembre 2023].
- [9] M. d. Salud, «INCUMPLIMIENTO DE LA NORMA SANITARIA DE ALIMENTOS PODRÍA SER SANCIONADO HASTA CON 100 UIT,» Lima, 2019.
- [10] Ministerio de Salud, «Guia 003 SAL/MINSA: Instalación de Plantas de Yodación,» Lima, 2003.
- [11] J. Viril, «The intensification of industrial salt production using the salt production house concept,» Jakarta, 2021.

- [12] J. E. Izquierdo Quintero, «Análisis de la calidad de sal de mesa, consumida en el departamento de Santander, usando parámetros fisicoquímicos: fluor y yodo,» Santander, 2019.
- [13] «ANÁLISE E COMPARAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SAL BRANCO REFINADO COM O SAL ROSA DO HIMALAIA,» Vitória .
- [14] Lukum y Mohamad, «Production and optimization of sea salt quality on the coast of Tomini Bay,» *Journal of Physics: Conference Series*, p. 8, 2021.
- [15] R. P. SantosI, «Avaliação da conformidade de diferentes sais para consumo humano comercializados na cidade do Rio de Janeiro,» *Visa em debate*, p. 10, 2020.
- [16] E. N. d. S. Bezerra, «Qualidade físico-química de sal comercializado no Município de Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil,» Rio Grande, 2020.
- [17] V. D. Assey, «Controlling iodine deficiency disorders through salt iodation in Tanzania».
- [18] B. Terry, D. Zulueta, M. De la Paz y E. Flores, «Sal yodada: fundamentos de un sistema de vigilancia en Cuba,» *Esp Nutr Comunitaria*, vol. II, nº 12, pp. 94-99.
- [19] B. Giri, S. Pandey y S. Shakya, «Exceso de yodo en la sal yodada de uso doméstico en Nepal,» *NY Acad Sci*, vol. I, pp. 166-173, 2022.
- [20] Y. C. P. REYES, «PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA SAL DE MESA EN LA EMPRESA DAIRA S. A. C. PARA CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD,» CHICLAYO, 2018.
- [21] M. d. D. e. i. Social, «ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALIMENTOS QUE FORMAN PARTE DE LA PRESTACIÓN DEL SERVICIO ALIMENTARIO 2022 DEL PROGRAMA NACIONAL DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR QALI WARMA,» Lima, 2022.
- [22] M. Z. Pope, «EL CONCEPTO DE CALIDAD EN LOS ALIMENTOS I,» Lima.
- [23] S. y. Ortiz, Rediseño de procesos, 2012.
- [24] R. Hernandez Sampieri, Metodología de la investigación, México: McGRAW-HILL, 2014.
- [25] CODEX STAN 150-1985, NORMA PARA LA SAL DE CALIDAD ALIMENTARIA.
- [26] M. C. Malagon, Análisis fisicoquímico de la sal para consumo humano, Bogotá: Ministerio de salud, 1993.
- [27] Indeed, «Indeed,» [En línea]. Available: <https://pe.indeed.com/career/encargado-de-control-de-calidad/salaries>. [Último acceso: 07 Junio 2024].

Anexos

Anexo 1: Método de muestreo de sal de mesa

| MÉTODOS DE MUESTREO | | |
|---|--|--|
| MÉTODO | DEFINICIÓN | FÓRMULA |
| Método de muestreo para determinar el contenido de cloruro sódico. | Este método se utiliza para el muestreo de sal para uso alimentario. Consiste en un muestreo por variables y la calidad media se determina mediante el análisis de una muestra global homogeneizada. [25] | <p>Sí se trata de sal preenvasada el muestreo se puede realizar al azar o de forma sistemática, la elección depende de la naturaleza del lote.</p> <p>Debido a que la sal en granel teóricamente se segmentará en unidades, por lo que se requiere aplicar un plan de muestreo estratificado apropiado para la cantidad del lote seleccionando puntos de muestreo en cada estrato de acuerdo con el tamaño de la unidad. [25]</p> <p>Para determinar el criterio de aceptación del cloruro sódico se usa la siguiente fórmula:</p> $X = \frac{\sum x}{n} (n \geq 2)$ <p>$X \geq \text{nivel mínimo especificado}$</p> |
| Procedimiento de muestreo para establecer el nivel de humedad | Este método se aplica mediante la deshidratación de la sal por calentamiento hasta obtener un peso constante. Se emplean aparatos como una báscula analítica y una estufa con regulación de la temperatura. [26] | <p>La pérdida de peso se considera como humedad (1-4). Para determinarlo se utiliza la siguiente fórmula: [26]</p> $\% \text{humedad} = \frac{A - B}{A - C} \times 100$ |
| Método de muestreo para determinar el | La liberación de yodo en un ambiente ácido y el análisis volumétrico utilizando tiosulfato de sodio en | $\text{ppm de yodo} = \frac{V_x F_x 0.1058 \times 1000}{P}$ <p>F= factor de solución de tiosulfato 0.005 N P= Peso de la muestra</p> |

| | | |
|--------------------------|--|--|
| contenido de yodo | disposición del almidón se utilizan para aplicar este método. Se utiliza un agitador magnético y una balanza analítica. Por otro lado, se utiliza una solución de 1 N de ácido sulfúrico, una solución del 1% de almidón y una solución del 10% de yoduro de potasio. [26] | 1mL de solución de tiosulfato 0.005 equivale a 0.1058 mg de yodo. [26] |
|--------------------------|--|--|

Anexo 2: Técnicas e instrumentos de recolección de datos

| Fase de estudio | Fuente de información | Técnicas e instrumentos | | Resultados esperados |
|--|--|--|--|--|
| | | Recopilación de información | Tratamiento de información | |
| 1) Diagnosticar el proceso productivo y los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa del norte del Perú | Recolección de datos por parte del personal de la mano con el jefe de producción | Observación directa Entrevistas a los operarios | Análisis del proceso productivo actual. | Obtención de datos reales de tiempos y actividades que ejercen los operarios |
| | Registro de data histórica en la Empresa en formato Excel y físico | Análisis documental | Análisis de la información histórica | Diagnóstico de la situación actual en base a la disposición de información de la empresa |
| | Revistas y artículos ligados a la problemática de estudio | Análisis bibliográfico | Análisis de la NTP 209.015.2006 [3] | Diagnóstico de la situación actual. |
| 2) Desarrollar y evaluar las alternativas del rediseño del proceso productivo | Resultados de la fase anterior | Antecedentes de investigación, artículos, libros e | Análisis de las propuestas de mejora en base al reglamento técnico para la | Disminución de porcentaje de devoluciones por producto defectuoso |

| | | | |
|---|--|--|--|
| para asegurar los estándares de calidad de sal de mesa en una empresa norteña | información veraz ligada a la problemática identificada | fortificación de sal para consumo humano con yodo y flúor. | Automatización de la etapa de yodación Rediseño de la etapa de yodación |
| 3)Evaluar económicamente la propuesta de mejora en una empresa del norte del Perú | Gastos relacionados con la realización de la mejora sugerida | Propuesta para cumplir con los estándares de calidad de sal de mesa en la empresa en estudio | Beneficios económicos superiores a los gastos ocasionados por la implementación de la propuesta de mejora. |

Anexo 3: Ficha técnica de Cloruro Sódico Mineral

| | |
|----------------------------|--|
| NOMBRE DEL PRODUCTO | Cloruro sódico mineral (Halita) |
| PROPIEDADES FÍSICAS | Densidad: 2,168 g/cm ³ Peso específico: 2.1 Exfoliación: Imperfecta Baja Tenacidad |
| PROPIEDADES ORGANOLEPTICAS | Generalmente blanco, pero existen variaciones en color amarillo, gris, azul) Raya: Blanca Transparencia: Transparentes a translucidos Sabor: Salado |

Anexo 4: Ficha técnica de Yodato de Potasio

| | |
|---------------------|---|
| NOMBRE DEL PRODUCTO | Yodato de potasio |
| PROPIEDADES FÍSICAS | Estado físico: Sólido (cristalinas) Olor: Inodoro pH: 5 -8 Punto de fusión. 560°C a 975 hPa Densidad: 3,52 g/cm ³ a 25°C |

| | |
|-------------------------------|--|
| | Densidad aparente: 2.000 kg/m ³ |
| MANIPULACIÓN Y ALMACENAMIENTO | -Mantener el contenedor bien cerrado. Almacene en un lugar seco. -Temperatura adecuada para almacenarla es de 15 – 25°C -Utilizar en una ventilación general |

Anexo 5: Ficha técnica de bolsas plásticas de polipropileno

| | |
|---|--|
| NOMBRE DEL PRODUCTO | Bolsas plásticas de polipropileno |
|  | |
| PROPIEDADES FÍSICAS | Densidad: 0,90 y 0,91 g/cm ³ 65% de Cristalinidad 100°C de resistencia térmica |
| PROPIEDADES MÉCICAS | -Buena dureza superficial y estabilidad dimensional. -Excelente resistencia a la humedad y calor. |

Anexo 6: Ficha técnica de hilos de coser

| | |
|---------------------------|--|
| NOMBRE DEL PRODUCTO | Hilos de coser |
| CARACTERÍSTICAS | Alta resistencia Alto rendimiento Hilo exclusivamente para sacos |
| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | Material: Poliéster Color: Blanco 100% |

| | |
|--|---|
| | Tenacidad: 3.20 Resistencia: 5893 gr Tratamiento: Tratado con lubricante especial |
|--|---|

Anexo 7: Tamaño de muestra

| <i>N° de observaciones</i> | <i>X</i> | <i>X²</i> |
|----------------------------|----------|----------------------|
| 1 | 0,91 | 0,8281 |
| 2 | 0,94 | 0,8836 |
| 3 | 0,93 | 0,8649 |
| 4 | 0,89 | 0,7921 |
| 5 | 0,86 | 0,7396 |
| 6 | 0,94 | 0,8836 |
| 7 | 0,97 | 0,9409 |
| 8 | 0,87 | 0,7569 |
| 9 | 0,89 | 0,7921 |
| 10 | 0,95 | 0,9025 |

Anexo 8: Valoración de ritmo de trabajo

| ETAPA | TIEMPO OBSERVADO | VALORACIÓN | | TIEMPO BASE | U/M |
|--------------|-------------------------|-------------------|--------|--------------------|------------|
| 1 | 0,4923 | 0,9 | Lento | 0,4 | 135,4 |
| 2 | 0,5131 | 0,8 | Lento | 0,4 | 146,2 |
| 3 | 0,4485 | 1,1 | Rápido | 0,5 | 121,6 |
| 4 | 0,4462 | 0,9 | Lento | 0,4 | 149,4 |
| 5 | 0,49 | 1 | Normal | 0,5 | 122,4 |
| 6 | 0,9092 | 0,7 | Lento | 0,6 | 94,27 |

Anexo 9: Suplementos considerados

| SUPLEMENTOS CONSTANTES | |
|--------------------------------------|-----------|
| Suplemento personal | 5 |
| Suplemento por fatiga básica | 4 |
| SUPLEMENTO VARIABLES | |
| Suplemento por estar de pie | 2 |
| Peso levantado en libras (50 libras) | 13 |
| Nivel de ruido continuo | 2 |
| TOTAL | 26 |

Anexo 10: Personal

| ÁREAS DE PRODUCCIÓN | NÚMERO DE OPERARIOS | NIVEL DE FORMACIÓN | TIEMPO DE TRABAJO |
|-------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--------------------------|
| Área administrativa | 1 | Grado: Superior | 3 años |
| Área de molienda | 1 | Grado: Secundaria completa | 5 año |
| Área de secado | 1 | Grado: Secundaria completa | |
| Área de enfriado | 1 | Grado: Secundaria completa | 1 año |
| Área de embolsado y envasado manual | 3 | Grado: Secundaria completa | 5 años |
| Almacén de producto terminado | 1 | Grado: Secundaria completa | 2 años |
| TOTAL | 8 operarios | | |
| Jefatura administrativa | 1 | Grado: Bachiller en administración | 3 años |
| Jefatura producción | 1 | Grado: Secundaria completa | 2 años |
| TOTAL | 2 operarios | | |

Anexo 11: Personal sin indumentaria correcta



Anexo 12: Especificaciones técnicas del Molino de martillos

| Molino de martillos | |
|-----------------------|-------------|
| Principio molienda | Corte |
| Motor | 3 a 100 Hp |
| Alimentación de red | Monofásica |
| Volumen | 10 a 200 kg |
| Capacidad de molienda | 5 t/h |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13: Especificaciones técnicas del elevador de cangilones

| Elevador de cangilones | |
|------------------------|--------|
| Ancho de banda | 180 mm |
| Diámetro de polea | 430 mm |
| Ancho de polea | 180 mm |

| | |
|-----------|---------|
| RPM | 107 |
| Velocidad | 2,4 m/s |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14: Especificaciones técnicas del enfriador rotatorio

| Enfriador rotatorio | |
|---------------------|------------|
| Humedad entrada | 5% |
| Vapor | 4 800 kg/h |
| Peso total | 60 t |
| Presión vapor | 6 bar |
| Humedad salida | 0.1% - 1% |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 15: Capacidad diseñada del horno de secado

| Capacidad de horno de secado | |
|------------------------------|---------------|
| Capacidad | 1500 kg/h |
| Cantidad | 1 und |
| Jornada | 9 hrs/jornada |
| Capacidad teórica mensual | 624 000 kg |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16: Especificaciones técnicas de la faja transportadora

| Faja transportadora | |
|---------------------|-----------|
| Longitud | 4 m |
| Altura | Regulable |
| Peso | 75 kg |
| Ancho | 0,78 cm |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17: Especificaciones técnicas de la cosedora de sacos

| Cosedora de sacos | |
|----------------------|-----------|
| Consumo | 90 w |
| Eficiencia de cosido | 11000 rpm |
| Rango puntadas | 6,5 mm |
| Peso | 5,9 kg |
| AC | 220 v |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18: Resultados de laboratorio de las características organolépticas de sal de mesa

LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

**REPORTE DE MEDICION Y ANALISIS DE MUESTRA
ENSAYO HUMEDAD-GRANULOMETRIA- YODO-FLOUR**

| | |
|--|--|
| SOLICITANTE | VICTOR GERARDO FARFAN BOCANEGRA |
| TESIS | REDISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE SAL DE MESA PARA CUMPLIR ESTÁNDARES DE CALIDAD EN UNA EMPRESA DEL NORTE |
| MUESTRA | SAL DE MESA YODADA |
| FECHA | 27 DE MARZO DEL 2024 |
| MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO | |

1. MUESTRA: SAL DE MESA YODADA (20. GR)

| Nº DE MUESTRAS | CANTIDAD DE MUESTRA ENSAYADA | PROCEDENCIA |
|----------------|------------------------------|-------------|
| 001 | 20mg | - |

2. ENSAYOS A APLICAR:

- ANALISIS DE CONTENIDO DE HUMEDAD
- ANALISIS DE CONTENIDO DE YODO
- ANALISIS DE CONTENIDO DE FLOUR
- ANALISIS GRANULOMETRICO

3. RESULTADOS Y CONDICIONES

| ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD | | | | |
|--------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| MUESTRAS | UNIDADES | RESULTADO | LIM. PERM. | PROCEDENCIA |
| SAL DE MESA YODADA | % m/m | 0.27 | 0.30 Max. | - |

JEFE DE LABORATORIO:
ANALISTA RESPONSABLE:


 LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES
 GRUPO GEOHESA
 Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA
 ING. JORGE SANTISTEBAN
 ING. JORGE SANTISTEBAN

GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 19: Resultados de laboratorio de las características organolépticas de sal de mesa



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO & MATERIALES, ARQUITECTURA,
INGENIERÍA, TOPOGRAFÍA Y SERVICIOS GENERALES

GRUPO GEOHESA

| ENSAYO DE CONTENIDO DE YODO | | | | |
|-----------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| MUESTRAS | UNIDADES | RESULTADO | LIM. PERM. | PROCEDENCIA |
| SAL DE MESA YODADA | ppm | 44 | 20 - 40. | - |

| ENSAYO DE CONTENIDO DE FLOUR | | | | |
|------------------------------|----------|-----------|------------|-------------|
| MUESTRAS | UNIDADES | RESULTADO | LIM. PERM. | PROCEDENCIA |
| SAL DE MESA YODADA | ppm | 267 | 200 - 250. | - |

| ENSAYO DE GRANULOMETRICO | | | | |
|--------------------------|----------|-------------------------------|--|-------------|
| MUESTRAS | UNIDADES | RESULTADO | LIM. PERM. | PROCEDENCIA |
| SAL DE MESA YODADA | % m/m | Malla 30: 0.8 Malla 80: 21 | Ret. Malla 30: 0.10 Max Ret. Malla 80: 25.0 Max | - |

Chiclayo, 27 de mayo de 2024


 INGENIEROS, DICTAMINADA UNIVERSAL
 INGENIERIA, TOPOGRAFIA Y SERVICIOS GENERALES
 GRUPO GEOHESA
 Jorge Luis Santisteban Alejandro
 LABORATORISTA

JEFE DE LABORATORIO:
ANALISTA RESPONSABLE:

ING. JORGE SANTISTEBAN
ING. JORGE SANTISTEBAN

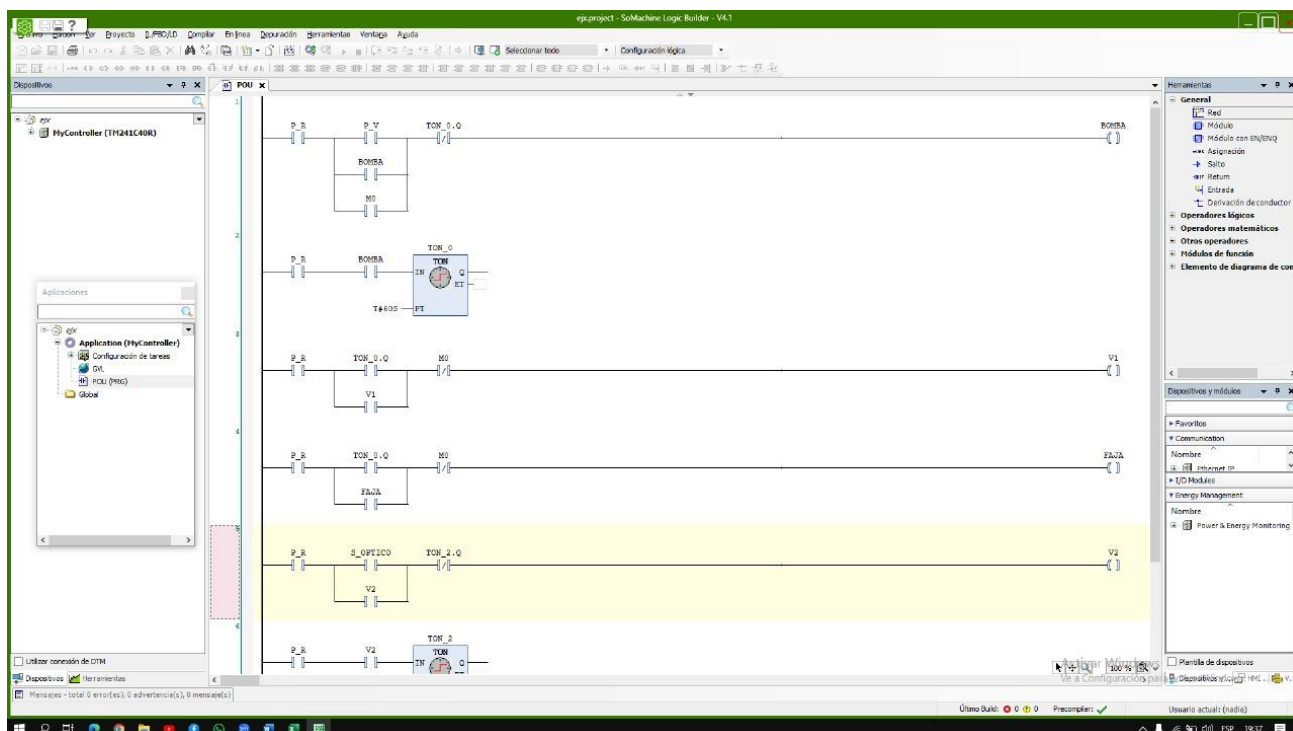
GRUPO GEOHESA E.I.R.L.
DIRECCIÓN: Tahuantinsuyo N°1570
Distrito de Chiclayo-Lambayeque

RUC: 10164934743
CELULAR: 927569182
CORREO: Geohesa@grupo.com

Anexo 20: Determinación de cantidad de yodo de acuerdo con la velocidad de producción

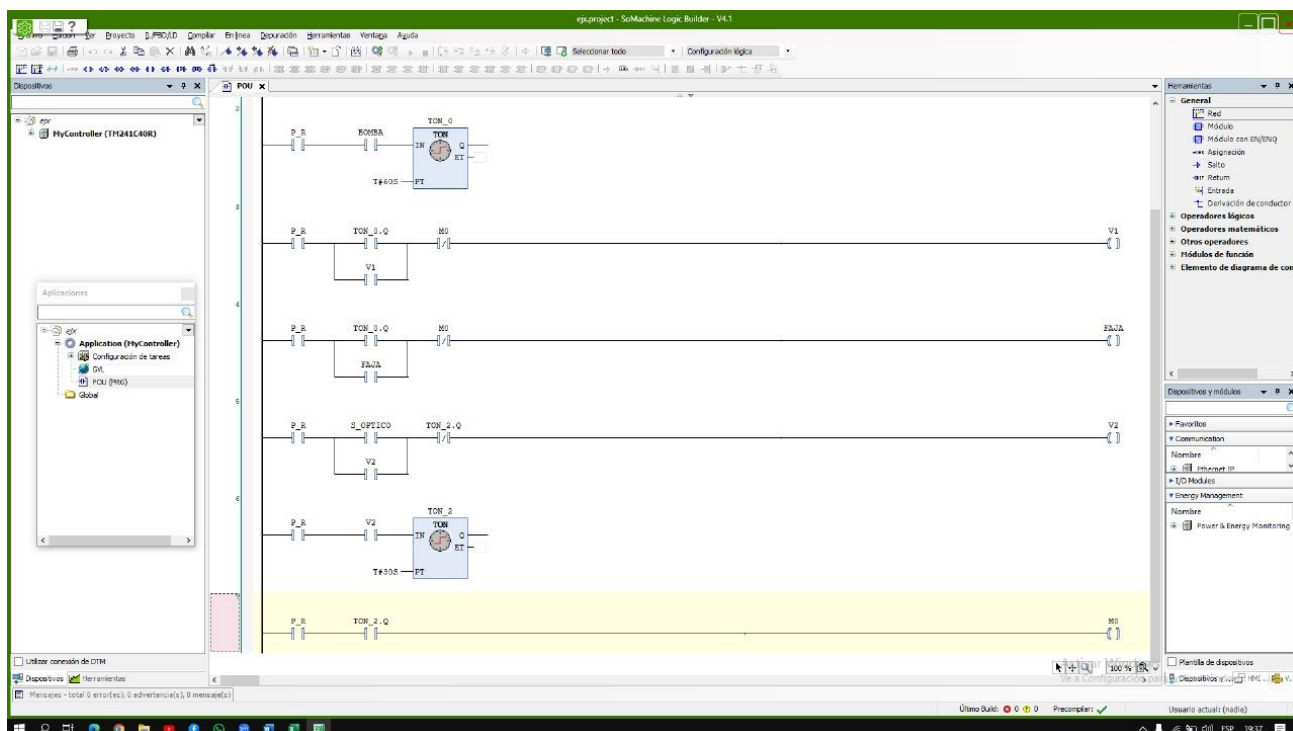
| FLUJO MASICO DE LINEA DE SAL (TM/HR) | FLUJO MÁSIICO DE DOSIFICADOR DE PREMEZCLA (GR/MIN) |
|---|---|
| 1.00 | 18 |
| 1.25 | 23 |
| 1.50 | 27 |
| 1.75 | 32 |
| 2.00 | 36 |
| 2.25 | 40 |
| 2.50 | 45 |
| 2.75 | 48 |
| 3.00 | 54 |
| 3.25 | 58 |
| 3.50 | 63 |
| 3.75 | 67 |
| 4.00 | 72 |
| 4.25 | 75 |
| 4.50 | 8 |
| 4.75 | 85 |
| 5.00 | 94 |
| 5.25 | 98 |
| 5.50 | 103 |
| 5.75 | 108 |

Anexo 21: Automatización mediante Somachine...



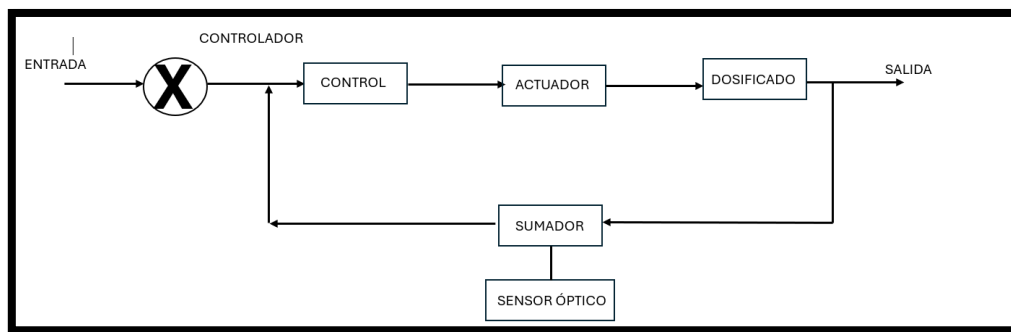
Fuente: Elaboración propia

Anexo 22: continuación... Automatización mediante Somachine



Fuente: Elaboración propia

Anexo 23: Sistema de control de lazo cerrado

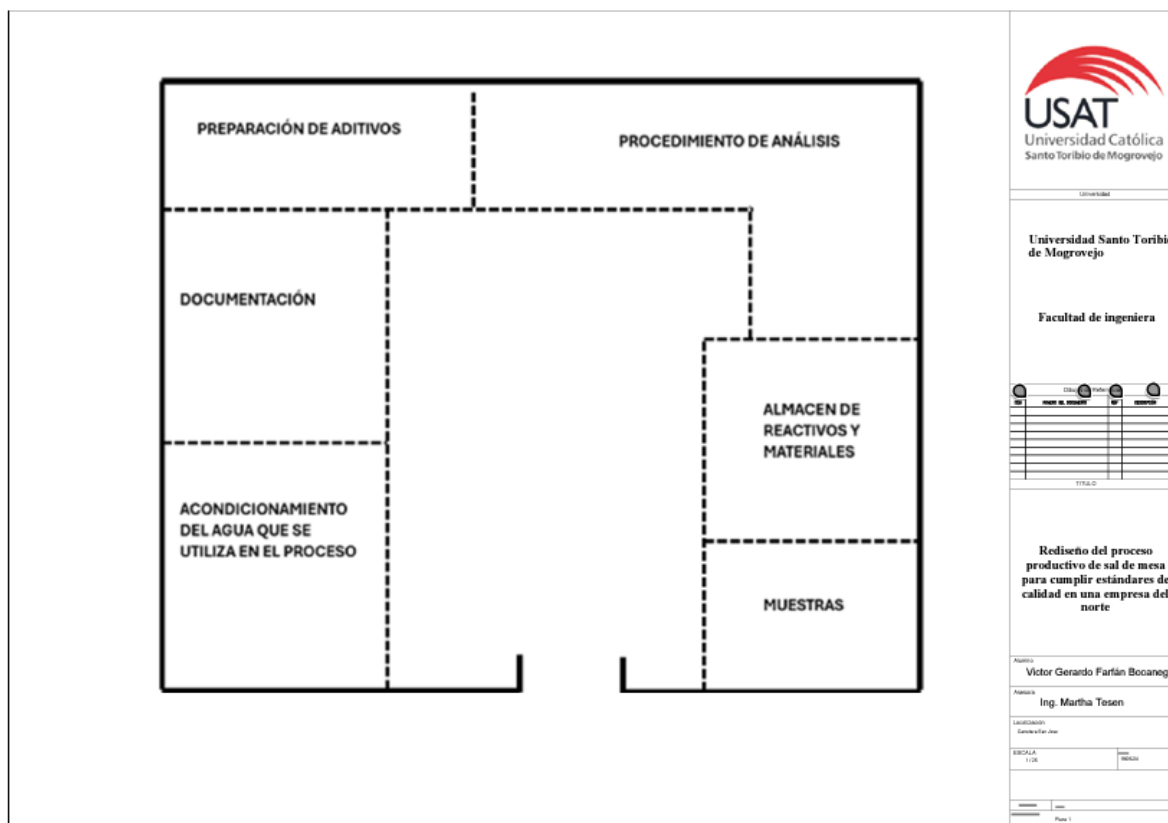


Fuente: Elaboración propia

Anexo 24: Costo de mantenimiento de máquina dosificadora

| <i>Máquina</i> | <i>Fallas</i> | <i>Repuesto, pieza o insumo</i> | <i>Costo por falla</i> | <i>Unidades</i> | <i>Costo total</i> |
|--|----------------------------|---|----------------------------|-----------------|--------------------|
| Máquina dosificadora de yodo automatizada | Rotura de balde | Balde de 20 1 | S/. 29,76 | 1 | S/. 29,76 |
| | Roturo de manguera | Manguera | S/. 151,56 | 1 | S/. 151,56 |
| | Desgaste de válvulas | Válvulas de globo | S/. 99,75 | 2 | S/. 199,5 |
| | Sensor óptico dañado | Sensor Óptico | S/. 423,05 | 2 | S/. 846,1 |
| TOTAL | | | | | S/. 1226,92 |

Anexo 25: Layout de laboratorio de control de calidad



Fuente: Elaboración propia

Anexo 26: Costo de materiales y reactivos para laboratorio de calidad

MATERIALES

| <i>ELEMENTO</i> | <i>CANTIDAD (UND)</i> | <i>COSTO UNITARIO (S/.)</i> | <i>TOTAL (S/.)</i> |
|--|---------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Cocina eléctrica | 1 | S/ 154 | S/ 154 |
| Destilador de agua | 1 | S/ 1798 | S/ 1798 |
| Balanza de sensibilidad de 10000 g | 1 | S/ 1178,81 | S/ 1178,81 |
| Microbureta automática calibrada de 10ml | 2 | S/. 2421,99 | S/. 4843,98 |

| | | | |
|--|----------------------|---------------------------|--------------------|
| Pipeta calibrada de 1 ml | 3 | S/ 12,11 | S/. 36,33 |
| Pipeta calibrada de 5 ml | 3 | S/ 6,46 | S/. 19,38 |
| Probeta de 50 ml | 3 | S/ 18,00 | S/ 54,00 |
| Bureta calibrada y graduada de 25 ml | 1 | S/ 97,69 | S/ 97,69 |
| Espátula | 4 | S/ 8,80 | S/ 35,2 |
| TOTAL | | | S/.8217,39 |
| REACTIVOS | | | |
| ELEMENTO | CANTIDAD (KG) | COSTO UNITARIO | TOTAL (S/.) |
| Ácido fosfórico al 85% | 1 | S/ 31 | S/ 31 |
| Yodato de potasio | 1 | S/. 140 | S/. 140 |
| Almidón soluble para análisis | 1 | S/. 163 | S/. 163 |
| Yoduro de potasio | 1 | S/ 200.00 | S/ 200 |
| Tiosulfato de Sodio pentahidratado | 25 | S/250,97 | S/250,97 |
| TOTAL | | | S/ 784,97 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 27: Costos de elementos para la infraestructura de laboratorio de calidad

| INFRAESTRUCTURA | | | | |
|------------------------|------------------------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| ELEMENTO | | CANTIDAD | COSTO | TOTAL (S/.) |
| | | (m2) | UNITARIO | |
| EXTERIOR | Ladrillo | 25 | S/. 35,2 | S/. 880 |
| | Puerta | 1 und | S/. 600 | S/. 600 |
| PISO | Resina Epóxica | 25 | S/. 60 | S/. 1500 |
| TECHO | Resina Epóxica | 25 | S/. 60 | S/. 1500 |
| PINTURA | Pintura epóxica poliamida | 1 und | S/. 172,04 | S/. 172,04 |
| COSTO DE | Maestro de obra | 1 | S/. 1600 | S/. 1600 |
| MANO DE OBRA | Albañil | 2 | S/. 1050 | S/. 2100 |
| TOTAL | | | | S/. 8352,04 |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 28: Costo de tercerización de análisis de lote

| ANÁLISIS | PRECIO | LABORATORIO |
|---|---------------|--------------------|
| Análisis de características fisicoquímicas | S/. 1200 | CERPER, Lima |
| Envío | S/. 50 | Lima |
| TOTAL | | S/. 1250 |

Anexo 29: Sueldo de analista de calidad

| Perfil del trabajador | Sueldo promedio mensual | Sueldo promedio anual | Fuente |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|---------------|
| Analista de calidad | S/ 2 138 | S/ 25 656 | Indeed [27] |

Anexo 30: Plan de capacitación

PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL**CÓDIGO:** SGC-PERS_01**VERSIÓN:** 01

FECHA DE REVISIÓN:04/06/2024

I. OBJETIVOS

- General
 - Preparar al personal para que pueda ejecutar de manera efectiva las tareas que se le asignen en su lugar de trabajo. Por otro lado, cambiar las actitudes puede ayudar a contar con un ambiente de trabajo más agradable y aumentar la motivación de los empleados
- Específicos
 - Proporcionar y desarrollar los conocimientos necesarios para las áreas especializadas de la empresa.
 - Contribuir al logro y mantenimiento de altos niveles de rendimiento de equipo e individual.
 - Contribuir al desarrollo de personas calificadas que estén en línea con los objetivos, planes y requisitos de la empresa.

II. ALCANCE

Se refiere a todo el equipo que intervenga de manera directa o indirecta en alguna de las fases de producción de sal de mesa

III. ESTRATEGIAS

- Realización de talleres
 - Dialogo
 - Presentación de casos casuísticos de área
 - Trabajos prácticos
-

IV. TEMAS POR CONSIDERAR

- Calidad e inocuidad alimentaria, métodos de yodación
 - Gestión de riesgos
 - Programas Pre-Requisitos
-

-
- Modelo BRC
 - Trabajo integrador
 - Auditoría se sistemas integrados de gestión de calidad e inocuidad alimentaria
 - Norma ISO 9001
-

V. RECURSOS

- Humano: Son los participantes y expositores de la capacitación
 - Materiales: Certificados, materiales de estudio, plumones, mesas de trabajo, equipos multimedia
-

VI. FINANCIAMIENTO

Será financiada por ingresos presupuestados de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 31: Precio del transportador helicoidal

| ELEMENTO | PRECIO | LUGAR DE ENVÍO |
|--------------------------|---------------|-----------------|
| Transportador Helicoidal | 7476,61 soles | Shanghái, China |
| Costo de mantenimiento | Anexo 30 | |

Fuente: Elaboración propia

Anexo 32: Costo de mantenimiento de transportador helicoidal

| <i>Máquina</i> | <i>Fallas</i> | <i>Repuesto, pieza o insumo</i> | <i>Costo por falla</i> | <i>Unidades</i> | <i>Costo total</i> |
|----------------|---|---|----------------------------|-----------------|--------------------|
| | Soldadura aspa helicoidal | Helicoidal de 16 aspas | S/. 1900 | 1 | S/. 1900 |
| | Desgaste de faja de transmisión de motor | B53-Faja en V tipo B | S/. 14 | 1 | S/. 14 |
| | Desgaste de chumaceras | Chumaceras de pared SKF-1 ½" | S/. 100 | 2 | S/. 200 |

| | | | | | |
|-----------------------------|---|---------------------------------|-------------|---|-------------------|
| Transportador helicoidal | Falta de lubricación de rodamientos | Rodamientos | S/. 90 | 2 | S/. 180 |
| | Cambio de aceite de motor | Aceite | S/. 90,10 | 1 | S/. 90,10 |
| | Poleas desgastadas | Polea de aluminio 5" x 2B | S/. 60,90 | 1 | S/. 60,90 |
| | Roturas de eje | Eje 2 ½" de cédula 40 | S/. 1010,80 | 1 | S/. 1010,80 |
| TOTAL | | | | | S/. 3441,8 |

Anexo 33: Puntaje de las alternativas de rediseño

CRITERIOS

| ALTERNATIVA | TIEMPO DE EJECUCIÓN | COSTO DE IMPLEMENTACIÓN | ASEGURAMIENTO DE CALIDAD | COSTO DE MANTENIMIENTO | RENTABILIDAD | TIEMPO DE REPARACIÓN |
|--------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Alternativa 1 | 1 | 1 | 5 | 3 | 3 | 3 |
| Alternativa 2 | 1 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 |
| Alternativa 3 | 3 | 3 | 5 | 1 | 3 | 1 |
| Alternativa 4 | 5 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 |

Fuente: Elaboración propia

| Anexo 34: Producción de sal de mesa Enero – Diciembre 2023 | | | | |
|---|-------------------|--|-------------------|--|
| MES | PRODUCCIÓN | PRODUCTO DEFECTUOSO/ CON DEFECTOS | | MOTIVO |
| ENERO | 1520 sacos | 169 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 1124 sacos | 174 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 986 sacos | 292 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1320 sacos | 305 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| FEBRERO | 945 sacos | 252 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 1325 sacos | 310 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 1432 sacos | 281 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 823 sacos | 319 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| MARZO | 1202 sacos | 297 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1530 sacos | 219 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1400 sacos | 216 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1102 sacos | 225 sacos | Saco defectuoso | No cuenta con el granulado correcto |
| ABRIL | 930 sacos | 252 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 945 sacos | 289 sacos | Saco defectuoso | No cuenta con el granulado correcto |
| | 1236 sacos | 284 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 1352 sacos | 269 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| MAYO | 1620 sacos | 152 sacos | Saco defectuoso | No cuenta con el granulado correcto |
| | 1423 sacos | 239 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1120 sacos | 255 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1432 sacos | 202 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| JUNIO | 1230 sacos | 300 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 1396 sacos | 204 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| | 1638 sacos | 262 sacos | | Mal cocido |
| | 1662 sacos | 169 sacos | Saco defectuoso | No cuenta con el granulado correcto |
| JULIO | 1160 sacos | 248 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |

| | | | | |
|------------|------------|-----------|-------------------|--|
| | 960 sacos | 202 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1488 sacos | 233 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 950 sacos | 201 sacos | Saco defectuoso | No cuenta con el granulado correcto |
| AGOSTO | 1140 sacos | 296 sacos | Saco defectuoso | No cuenta con el granulado correcto |
| | 954 sacos | 150 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1380 sacos | 314 sacos | Saco defectuoso | No cuenta con el granulado correcto |
| | 1500 sacos | 291 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| SEPTIEMBRE | 1670 sacos | 208 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1692 sacos | 210 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1062 sacos | 291 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1410 sacos | 288 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| OCTUBRE | 1320 sacos | 238 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1420 sacos | 221 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1573 sacos | 309 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 920 sacos | 152 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| NOVIEMBRE | 1325 sacos | 187 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1522 sacos | 243 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 842 sacos | 230 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1001 sacos | 254 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |
| DICIEMBRE | 1029 sacos | 151 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1733 sacos | 309 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1527 sacos | 162 sacos | Saco con defectos | Mal cocido |
| | 1273 sacos | 205 sacos | Saco defectuoso | Sacos sin la cantidad de yodo correcto |

Anexo 35: Estado de resultados

| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|
| Ingresos | 98,141.00 | 100,103.82 | 102,105.90 | 104,148.01 | 106,230.97 | |
| Costos operativos | 73,763.04 | 75,238.30 | 76,743.07 | 78,277.93 | 79,843.49 | |
| Depreciación | 279.00 | 279.00 | 279.00 | 279.00 | 279.00 | |
| Gastos administrativos y de venta | 13,690.00 | 13,963.80 | 14,243.08 | 14,527.94 | 14,818.50 | |
| Internet | 1,440.00 | 1,468.80 | 1,498.18 | 1,528.14 | 1,558.70 | |
| Energía eléctrica | 1,920.00 | 1,958.40 | 1,997.57 | 2,037.52 | 2,078.27 | |
| Transporte de muestra | 1,440.00 | 1,468.80 | 1,498.18 | 1,528.14 | 1,558.70 | |
| Limpieza | 120.00 | 122.40 | 124.85 | 127.34 | 129.89 | |
| Agua | 1,920.00 | 1,958.40 | 1,997.57 | 2,037.52 | 2,078.27 | |
| Sueldo de Ingeniero industrial | 5,890.00 | 6,007.80 | 6,127.96 | 6,250.52 | 6,375.53 | |
| Línea telefónica | 960.00 | 979.20 | 998.78 | 1,018.76 | 1,039.13 | |
| Utilidad antes de impuestos | 10,408.96 | 10,622.72 | 10,840.75 | 11,063.15 | 11,289.99 | |
| Impuesto a la renta (29.5%) | 3,070.64 | 3,133.70 | 3,198.02 | 3,263.63 | 3,330.55 | |
| Utilidad después de impuestos | 7,338.32 | 7,489.02 | 7,642.73 | 7,799.52 | 7,959.44 | |

Fuente: Elaboración propia