

DISPOSITIVO PARA MEZCLAR Y VACIAR LOS ALIMENTOS, ADAPTABLE A LAS MARMITAS INDUSTRIALES DE BIENESTAR UNIVERSITARIO-UIS-, PARA DISMINUIR EL RIESGO DE LESIONES MÚSCULO ESQUELÉTICO EN LOS OPERARIOS, QUE REALIZAN EL SERVICIO DE ALIMENTOS DEMANDADOS.

MIGUEL EDUARDO CALDERÓN DUARTE

Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Mecánico

Director

Ricardo Jaimes Rolón

Co-director

Jairo Córdoba

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOMECANICAS
ESCUELA DE INGENIERIA MECANICA
BUCARAMANGA

2022

Agradecimientos

Agradezco primeramente a Dios por bendecir mi vida y permitir subir un escalón más grande en mi personal y profesional.

Agradezco a mi familia, especialmente a mis padres por su ayuda y compañía, a mi madre Nelly Duarte, a mi padre Francisco Calderón y a mi hermana Luz Enith Duarte; gracias a ustedes por su ejemplo y guianza en cada proceso de mi vida porque así mismo he podido llegar a donde estoy hasta el día de hoy.

Agradezco a la Universidad Industrial de Santander UIS, por la formación y compromiso con sus estudiantes, que me han permitido desarrollar las competencias a través de lo largo de esta carrera profesional; y por la oportunidad de tener un conocimiento adquirido que será aplicado en mi vida profesional.

Por último, agradezco a mi tutor por su dedicación, paciencia y acompañamiento a lo largo del proceso de este proyecto investigativo.

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado primeramente a Dios por darme la vida y a mi familia (mis padres y hermana quiénes han sido mis mentores en mis sueños personales y proyectos profesionales). Mi familia ha sido un apoyo en cada circunstancia de mi vida y en cada meta propuesta a cumplir. A mis padres, que siempre me han demostrado su cariño y amor incondicional, sin importar las circunstancias difíciles. A mi hermana, que siempre es un apoyo en cada momento de mi vida.

Miguel Eduardo Calderón Duarte

TABLA DE CONTENIDO

Introducción	14
1. OBJETIVOS.....	16
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
2. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO.....	18
2.1 CONTEXTUALIZACIÓN	18
2.2 Descripción del Problema.....	21
2.3 JUSTIFICACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA	23
3. MARCO TEÓRICO.....	25
3.1 Marmita industrial	26
3.1.1 Marmitas utilizadas en la sección de comedores de la Universidad Industrial De Santander.....	27
3.2 Mezclar	28
3.3 Agitador	29
3.3.1 Tipos de agitador.....	30
3.4 Vaciar	33
3.5 Dispositivo	34
3.6 Alimento.....	34
3.7 Factor de riesgo.....	35
3.8 Postura forzada	35
3.9 Postura ideal.....	35
3.10 Desordenes musculo-esqueléticos.....	36
4. METODOLOGÍA.....	38

4.1 Enfoque metodológico	38
4.2 Tipo de investigación	39
4.3 Muestreo.....	39
5. MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	41
5.1 Observación	41
5.2 Documentos, registros, materiales y artefactos.....	41
5.3 SOLIDWORKS	42
6. PROCESO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.....	44
6.1 DISEÑO.....	44
6.1.1 Elaboración de planos de la máquina.....	46
6.2 CONSTRUCCIÓN	49
6.2.1 Proceso de Construcción y Montaje del Modelo Funcional.....	49
6.3 CONSTRUCCIÓN DEL AGITADOR.....	60
6.4 CONSTRUCCIÓN DE LA MARMITA.....	60
6.5 SISTEMA DE VACIADO.....	62
6.6 ANÁLISIS DE COSTOS.....	66
7. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO	68
7.1 Fluido de la muestra	68
7.2 Cálculo de la potencia del motor	72
7.3 Eficiencia	75
7.4 Selección del Motor	75
7.5 ANÁLISIS DE ENERGÍAS	77
7.6 Prueba de funcionamiento.....	89
8. CONCLUSIONES.....	92

9. RECOMENDACIONES94

 REFERENCIAS.....95

 ANEXOS97

FIGURAS

Figura 1. Agitadores de pala	31
Figura 2. Agitador de hélice	32
Figura 3. Agitador de cinta Helicoidal	33
Figura 4. Proceso concatenado de un proceso de investigación cualitativa	38
Figura 5. Plano ensamble	47
Figura 6. Plano explosionado.....	48
Figura 7. Plano montaje	44
Figura 8. Plano agitador.....	45
Figura 9. Características del agitador tipo ancla	46
Figura 10. Acero	49
Figura 11. Motor reductor	49
Figura 12. Chumacera 16 mm	50
Figura 13. Montaje de las chumaceras para eje del agitador	50
Figura 14. Válvula de bola de 1" de diámetro	51
Figura 15. Tubo cuadrado de acero de 1x1 y tubo redondo de acero de $\frac{3}{4}$ "para la fabricación del riel	51
Figura 16. Polea utilizada para el malacate	51
Figura 17. Tubo rectangular de acero de 1 $\frac{1}{2}$ " por $\frac{3}{4}$ " para el soporte del motor y las chumaceras	52
Figura 18. Estructura general.....	52
Figura 19. Sistema de riel acoplado en la estructura	53
Figura 20. Cuña del eje del agitador	53
Figura 21. Vista interna del acople del eje del agitador	54
Figura 22. Montaje del acople del eje del agitador.....	54
Figura 23. Montaje de las chumaceras tipo Y	55
Figura 24. Soldadura de los apoyos de acuerdo al peso considerable de las chumaceras	55
Figura 25. Soldadura de los apoyos para la fuente motriz y el malacate	56
Figura 26. Montaje de la fuente motriz.....	56

Figura 27. Aplicación de pintura anticorrosiva	57
Figura 28. Construcción del malacate.....	57
Figura 29. Manivela del Malacate	58
Figura 30. Pintura de la estructura.....	58
Figura 31. Montaje sin el sistema eléctrico	59
Figura 32. Montaje final	59
Figura 33. Agitador de paletas - tipo ancla	60
Figura 34. Base de la marmita	60
Figura 35. Vista interior de la marmita	61
Figura 36. Válvula de vaciado.....	62
Figura 37. Válvula mariposa ensamblada en una marmita industrial.....	63
Figura 38. Válvula de mariposa – 4 pulgadas.....	64
Figura 39. Cotización de la válvula tipo mariposa.....	65
Figura 40. Montaje de las válvulas en las marmitas industriales UIS-comedores..	65
Figura 41. Tubo de medición sobre la báscula	69
Figura 42. Muestra del mute en el tubo de medición	70
Figura 43. Densidad del mute, arrojado por la báscula.....	71
Figura 44. Motor reductor con control de revoluciones variable	75
Figura 45. Características generales del motor	76
Figura 46. Dimensiones del motor	76
Figura 47. Cucharón de vaciado	77
Figura 48. Diagrama de fuerzas malacate.....	73
Figura 49. Diagrama de fuerzas del tambor malacate.....	74
Figura 50. Dispositivo posicionado para el proceso de mezclado.....	90
Figura 51. Proceso de mezclado	90
Figura 52. Proceso de vaciado	91

TABLAS

Tabla 1. Árbol del problema20

Tabla 2. Capacidad de las Marmitas Industriales28

Tabla 3. Relación de costos - Dispositivo real66

GRÁFICAS

Gráfica 1. Tabla para extraer el número de potencia.....74

LISTA DE APENDICES

Apéndice A. Planos de construcción

Apéndice B. Ficha técnica de válvula tipo mariposa

Apéndice C. Ficha técnica de motor-reductor

Apéndice D. Instructivo de operación

“Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”

Resumen

TÍTULO: DISPOSITIVO MEZCLADOR Y VACIADOR DE LOS ALIMENTOS PREPARADOS EN LAS MARMITAS INDUSTRIALES

AUTOR: MIGUEL EDUARDO CALDERÓN DUARTE

PALABRAS CLAVE: MEZCLADOR – VACIADOR - MARMITAS INDUSTRIALES – TEMPERATURA - OPERARIOS

DESCRIPCIÓN:

El presente trabajo de titulación “Dispositivo mezclador y vaciador de los alimentos preparados en las marmitas industriales, caso de estudio de Bienestar Universitario-UIS”, nace como necesidad para la planta física con cuatro marmitas ubicadas en la cocina de la Universidad Industrial de Santander, con el propósito de ahorrar tiempo y lograr una cocción uniforme con respecto a la preparación de alimentos en gran cantidad, lo cual se sugiere realizarlo en ollas de capacidad requerida. Teniendo en cuenta, que las marmitas industriales cumplen adecuadamente con ciertas condiciones por su diseño a vapor y porque cuentan con un cascarón interno llamado “chaqueta” que se calienta y hace que se distribuya uniformemente el calor en toda la mezcla. Este trabajo se plantea como una posible solución a la problemática efectuada por los operarios al realizar sus tareas cotidianas al extraer el alimento ya listo para servir, exponiéndose constantemente a altas temperaturas.

Para ello, se propone diseñar un dispositivo como soporte a los empleados que se caracterice por la disminución del factor de riesgo en la marmita y su entorno de actividades. Mejorando así mismo las condiciones laborales que repercute en la calidad de vida, como se mencionó anteriormente de los “operarios”.

Abstract

TITLE: MIXING AND EMPTYING DEVICE FOR FOODS PREPARED IN INDUSTRIAL POTS

AUTHOR: MIGUEL EDUARDO CALDERÓN DUARTE

KEYWORDS: MIXER - EMPTYER - INDUSTRIAL POTS - TEMPERATURE - OPERATORS

This title work "Mixer and emptying device of prepared foods in industrial marmites, case of study of University Welfare-UIS", was born a necessity for the physical plant with four marmites located in the kitchen of the Santander Industrial University. In order to save time and achieve uniform cooking with regard to the preparation of food in large quantities, which is suggested to be done in pots of required capacity. Considering that industrial marmites adequately meet certain conditions for their stream design and because they have an internal shell called a "jacket" that heats up and causes the heat to be evenly distributed throughout the mixture. This work is proposed as a possible solution to the problems carried out by operators when performing their daily tasks by extracting food ready to serve, constantly exposing themselves to high temperatures.

To this end, it is proposed to design a device to support employees characterized by the decrease in the risk factor in the marmite and its environment of activities. Improving also the working conditions that have an impact on the quality of life, as mentioned above by the "operators".

Introducción

A nivel industrial, existe una olla de metal cubierta con una tapa ajustada llamada “marmita” para procesar alimentos nutritivos tales como mermeladas, jaleas, chocolates, carnes, dulces, etc.; y a su vez esta olla es utilizada para la industria farmacéutica. (Banrepcultural, 2021). La historia nos enseña que la marmita fue diseñada por el francés, matemático e inventor “Denis Papin”, en el año de 1679. Este inventor francés crea la marmita con el propósito de estudiar los efectos de producción de vapor en recipientes cerrados.

En el presente proyecto de investigación describe una situación que se desarrolla en la cocina de la Universidad Industrial de Santander. La Universidad Industrial de Santander es una entidad pública, que refleja la importancia de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de su comunidad, a nivel educativo y en el bienestar de las personas. En el caso de la salud específicamente, por medio de la división administrativa de Bienestar Universitario UIS, el cual ofrece servicios en esta área y en servicios alimenticios.

En este sentido, el servicio alimenticio que ofrece Bienestar Universitario está dividido en dos: el combo saludable, siendo un almuerzo por debajo del valor comercial, y de forma paralela el ofrecimiento de comedores, que son las tres raciones principales de alimentación, por medio de mensualidades a precios muy accesibles. Todos estos alimentos son preparados en cuatro marmitas industriales.

Entorno a esta actividad, los empleados que desempeñan esta labor, han expresado a la parte administrativa, sufrir dolencias en las extremidades superiores y en la espalda, del mismo modo han sufrido quemaduras. Todo esto se ha generado en la realización de las tareas de mezclar y vaciar dichos alimentos. Debido a los grandes esfuerzos físicos y contacto el directo con las

ollas, menciona el jefe de Bienestar Universitario UIS.

Por ello hace un llamado a la escuela de Diseño Industrial y la escuela de Ingeniería Mecánica, por medio del profesor Jairo Córdoba, para plantear la problemática, y poder desarrollar una solución desde la práctica del Diseño Industrial; con el objetivo de poder mejorar las condiciones laborales de los empleados de esta sección, cumpliendo con las buenas prácticas de Bienestar Universitario UIS, complementado con las de Diseño Industrial que será siempre el bienestar de los usuarios.

Por lo tanto, en el presente proyecto desea identificar las causas que generan esta problemática, por medio de la observación en la realización de estas dos tareas, del mismo modo identificar qué relación tiene las herramientas con las que realizan dichas acciones, y como estas inciden en la salud del empleado.

Seguidamente definir unos alcances, con el fin de poder desarrollar unos objetivos claros, que serán cumplidos por medio de una metodología, plan de trabajo y un presupuesto aproximado, que ayude a tener como resultado; una posible solución que pueda ayudar a los operarios a realizar las tareas de mezclar y vaciar los alimentos, sin exponerlos a las altas temperaturas que se expiden entorno a las tareas mencionadas.

Debido al desarrollo de un dispositivo, que se adapte a las marmitas existentes en el campus universitario. Buscando como resultado la disminución al factor de riesgo que están expuestos en la actualidad. Del mismo modo este dispositivo al ser una adaptación a las marmitas se proyecta de un costo menor que tener que reemplazar las ollas.

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Diseñar un dispositivo para realizar las tareas de mezclado y vaciado de los alimentos, adaptable a las marmitas industriales ubicadas en la cocina de sección de comedores de Bienestar Universitario-UIS, para disminuir esfuerzos físicos, posturas forzadas, y tiempo de exposición de altas temperaturas en las personas que realizan dichas actividades, presentando un modelo funcional el cual permita evidenciar la mejora planteada, fortaleciendo así la misión de la Universidad Industrial de Santander en la búsqueda de profesionales de alta calidad humana en beneficio de la industria y de la sociedad.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar y construir los componentes del modelo funcional tales como las bases de la estructura, el sistema de control, el sistema de desplazamiento lineal, el sistema de potencia y los sistemas de mezclado y vaciado de los alimentos.
- Diseñar un sistema de mezclado de los alimentos adaptable a las dimensiones de las marmitas que contenga una coherencia formal y una simbología, en texturas, agarres, mandos, generando al operario seguridad en la manipulación, que cumpla con los siguientes requerimientos técnicos y funcionales:
 - Velocidad de rotación del agitador de 40 rpm aproximadamente.
 - Sistema automatizado con interfaz de manejo que permita la comunicación con el operario.

- Estructura con apoyos móviles que permita el movimiento del dispositivo entre las marmitas, para disminuir el esfuerzo humano por parte de los operarios.

- Diseñar un sistema de vaciado de los alimentos adaptable a las dimensiones de las marmitas que cumpla con los siguientes requerimientos:
 - Mecanismo automatizado, incluyendo panel de control con encendido/apagado manual, que disminuya el tiempo de exposición a altas temperaturas de los operarios.
 - Sistema capaz de vaciar los alimentos producidos en las marmitas con capacidad de 330 litros aproximadamente.

- Entregar manual de operación donde se detalle el procedimiento para encendido y apagado de la máquina, así como las precauciones que se deben tener en cuenta a la hora de utilizar el dispositivo.

- Comparar el esfuerzo humano con el esfuerzo motriz mediante un estudio de energías en la manipulación de los instrumentos utilizados en las tareas de mezclado y vaciado de los alimentos para mostrar la disminución del esfuerzo físico del operario.

2. PRESENTACIÓN DEL TRABAJO DE GRADO

2.1 CONTEXTUALIZACIÓN

La División de Bienestar Universitario es una dependencia administrativa de la Universidad Industrial de Santander (Santander, Presentación de Bienestar Universitario, s.f.), la cual brinda apoyo a la comunidad universitaria por medio del ofrecimiento de servicios que mejoran la calidad de vida de estudiantes, profesores y trabajadores de la universidad. en este sentido uno de estos servicios es, la sección de comedores el cual brinda alimentación a los estudiantes beneficiados con esta ayuda, que por lo general son de estrato I, II, Y III. De igual manera el ofrecimiento del combo saludable que es “un almuerzo de fácil adquisición con un 50% por debajo del valor comercial”. (UIS, 2021).

Es así como, diariamente se realizan en promedio seiscientos desayunos, mil ochocientos almuerzos, mil cien cenas; y cuatrocientos cincuenta combos saludables, cifras aproximadas para el semestre 2018-2, afirma Lina Magnolia Rangel, jefe de sección de comedores UIS. Todos estos alimentos son preparados manualmente en cuatro marmitas industriales, que demanda bastante esfuerzo físico y exposición a altas temperaturas, debido a que estos recipientes no cuentan con un sistema de agitación y están empotradas, impidiendo el sistema de volcadura.

Es por eso, que entorno a esta actividad el personal del sexo femenino que desempeñan esta labor, han sufrido ocho accidentes en el transcurso del 2017 y 2018; en el año 2017, cinco y en el 2018, tres. De las cuales, tres personas no tuvieron días de incapacidad, cuatro operarios obtuvieron tres días, y una sola persona tuvo siete días de incapacidad. (UIS, 2021).

Al respecto, tres operarias sufrieron lesiones por desgarró muscular, específicamente en la espalda, tres personas lesiones de quemadura en las extremidades superiores y dos personas tuvieron lesiones de herida y golpe. Todas estas lesiones se dieron en la parte superior del cuerpo; tres operarias en espalda, dos en la mano, y tres operarias en muñeca, antebrazo derecho y antebrazo izquierdo, respectivamente (Bienestar Universitario UIS, 2018).

En cuanto a estos tipos de lesiones sucedieron cuando, seis de ellas se encontraban mezclando, una de ellas estaba vaciando la marmita de los alimentos y una operaria que se resbala cerca de las marmitas. (Bienestar Universitario UIS, 2018). Basándose en los antecedentes y en los agotamientos que mencionan los empleados se realizan cuatro visitas técnicas para observar e identificar la problemática. Descritas a continuación.

Como primera observación, se encontró que la actividad que más se repite, es el de mezclar, debido a que se debe estar revolviendo constantemente para evitar que se pegue los alimentos a las paredes de las marmitas y unificar la cocción, por lo que el operario está mezclando en un 80% aproximadamente durante toda la actividad, en alguna de las cuatro marmitas. Generando en la realización de esta tarea, al operario adoptar posturas en flexión y abducción forzadas debido a la longitud y forma de la herramienta; variando únicamente la fuerza de impulso, dependiendo al peso del alimento.

Teniendo como resultado un promedio de ángulos en flexión entre el brazo y el antebrazo de 111° para el brazo derecho y de abducción de 92°-96° para el brazo izquierdo, dependiendo del operario puede disponer los brazos en posturas contrarias, descritas anteriormente.

Ahora bien, en la observación se encontró como segundo factor de riesgo, en el proceso de vaciado, tienen posturas en flexión, repetitivamente en ambos brazos, con un ángulo de apertura entre el brazo y el antebrazo de aproximadamente de 87°; pero la parte más crítica en este proceso es cuando el operario debe inclinar su tronco hasta la cavidad de la marmita, en un ángulo 87° para poder alcanzar todo el alimento que está en el fondo.

En forma paralela durante estas dos actividades, y especialmente en el proceso de vaciado, al estar tan próximos a los alimentos, se tiene una exposición de vapor a temperatura de 80 °C aproximadamente, por lo cual los operarios se quejan de bastantes acaloramientos y sudoración.

Como síntesis se realiza una tabla del árbol de problema de causas y consecuencias entorno a la problemática, descrita anteriormente.

Tabla 1. Árbol del problema

Causas	Problema	Consecuencias
<ul style="list-style-type: none"> • Forma y Longitud del mango de la herramienta en forma de "pala" 	<p>Las herramientas que son utilizadas para realizar las tareas de mezclar y vaciar los alimentos condicionan al operario a realizar</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Posturas forzadas en abducción 92-96° y flexión (111°), en los brazos respectivamente.

- sobreesfuerzos, en posturas forzadas, repeticiones, cerca al vapor y alimento caliente que se prepara en las marmitas industriales. Exponiéndolo a factores de riesgo, y posibles accidentes.
- Traslación y recolección manual de alimento.
- Flexión del tronco en ángulo de 87° que han producido Desgarro muscular en espalda, y adormecimiento en extremidades superiores.
- proximidad a la marmita en el proceso de cocción.
- Exposición a temperaturas de 80°C en vapor.

Fuente: autor del trabajo

Por todas las razones expuestas en los párrafos anteriores; se hace necesario, proponer el desarrollo de un sistema que ayude a cumplir la función de mezclado y vaciado de alimentos preparados en las marmitas, disminuyendo el factor de riesgo que entran en contacto con los operarios, los cuales fueron identificados en posturas en flexión, abducción forzada, aplicación de fuerza y repeticiones, del mismo modo a la exposición directa a altas temperaturas.

2.2 Descripción del Problema

En la actualidad, se evidencia algunos problemas presentados en la cocina industrial de la Universidad Industrial de Santander "UIS" debido a algunos

accidentes laborales y enfermedades profesionales presentados por los operarios de la Institución en el desarrollo de las actividades y de sus funciones cotidianas. También es importante tener en cuenta que debido a estos problemas presentados se afecta la productividad porque no se pueden establecer los procesos de manera adecuada y en los tiempos correctos.

La cocina del Bienestar Universitario de la Institución, cuenta con 4 marmitas para ofrecer su servicio alimentario a sus colaboradores y estudiantes. Estas marmitas generan un aumento de esfuerzo físico a los operarios al realizar las mezclas de los alimentos y tener contacto con las ollas, estableciendo el factor riesgo en los mismos. Aunque los operarios y sus directivos saben efectuar de manera correcta las funciones en el área de producción se identifica los problemas presentados al desarrollar sus actividades como por ejemplo dolencias en sus extremidades, quemaduras y dolores en las diferentes partes del cuerpo. Aunque cabe tener en cuenta que todas las marmitas se utilizan para las comidas preparadas y todas sirven para la misma función, pero cada uno tiene un número de capacidad diferente para producir.

En consecuencia, este proyecto busca responder a la siguiente pregunta de investigación:

¿En qué porcentaje se pueden disminuir la adopción de posturas forzadas en extremidades superiores y el tiempo de exposición a altas temperaturas en los operarios, mediante un dispositivo que realice en intervalos de tiempo el mezclado y vaciado de los alimentos, preparados en las marmitas?

2.3 JUSTIFICACIÓN PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA

El presente proyecto de investigación se desarrolló con el propósito de diseñar y construir un dispositivo para realizar las actividades de mezclado y vaciado de varios alimentos que es una gran herramienta adaptable a las marmitas industriales que se encuentran ubicadas en la sección de la cocina de los comedores del bienestar universitario de la Universidad Industrial de Santander “UIS”. Esta propuesta se desarrolla para cubrir la necesidad en la coacción de los alimentos de la Institución y así mismo facilitar seguridad en los métodos utilizados tradicionalmente en el proceso del desarrollo del mismo.

Este proyecto satisface la necesidad existente que se desarrolla en los comedores del bienestar institucional de la Universidad con respecto a los operarios que laboran dentro de la cocina, como un proyecto estratégico para optimizar los procesos establecidos con las marmitas. Para la optimización del presente proyecto, se realiza una propuesta del diseño y construcción del dispositivo que será presentado al departamento de bienestar institucional de la Institución.

De acuerdo a lo anterior, se plantea una propuesta a la Universidad donde se abordarán temas como los siguientes: i) diseñar un sistema adaptable a las dimensiones de las marmitas, ii) establecer un mecanismo que ayude al operario en la ejecución del cumplimiento de mezclar y vaciar alimentos, iii) proponer un sistema que disminuya el tiempo de exposición a altas temperaturas, iv) desarrollar un dispositivo automatizado y adaptable a las características dimensionales industriales que cumpla la función de mezclado de los alimentos preparados, v) desarrollar un mecanismo automatizado que permita el proceso de vaciado de los alimentos que son preparados en las marmitas industriales.

El investigador podrá referenciar algunos estudios presentados por otros autores con proyectos similares tales como tesis, revistas científicas, libros, documentos de

investigación, entre otros, por lo cual se pretende otorgar una conclusión en el tema como objeto de estudio.

Con base en la experiencia y el conocimiento teórico del investigador que desarrolla el proyecto, adicional al conocimiento obtenido en las materias de la carrera profesional de Ingeniera mecánica que se considera de gran importancia para el campo laboral desarrollado.

3. MARCO TEÓRICO

Ahora se esbozan las diferentes teorías o conceptos que se tienen en cuenta para la realización de la presente investigación, los cuales sustentan todo el funcionamiento de la máquina, así como parte de la problemática presentada.

En la actualidad, existen marmitas industriales que cuentan con un agitador en su centro, el cual cumple la función de homogeneizar la mezcla, mayormente son utilizados para los alimentos en estado líquido, al necesitar menor esfuerzo para potencializar el agitador. A sí mismo, cuentan con un sistema de volcadura que hace que se gire toda la marmita a 90° aproximadamente, para de esta manera verter todo el contenido ya listo para ser servido.

Sin embargo, la Universidad cuenta en su planta física con unas marmitas de una antigüedad considerable entre 10 a 15 años aproximadamente, las cuales cumplen a la perfección la tarea de cocción, pero que condicionan al empleado en la realización de mezclado y vaciado, al adoptar posturas en abducción forzadas, repetición, y actuación de fuerza constantemente. Este hecho debido a la necesidad de suplir las dos características y/o partes que tienen las marmitas más actualizadas en el mercado.

En este orden de ideas, se propone diseñar un dispositivo que pueda efectuar estas dos tareas, sin necesidad de intervenir o cambiar las marmitas existentes. Con el fin de mejorar las condiciones laborales de los empleados que realizan dichas actividades. Y se generan grandes beneficios adicionales, uno de ellos es obtener un dispositivo con un valor adquisitivo mucho menor que reemplazar las marmitas existentes. De igual manera, también se evidencia a nivel laboral aspectos como el ahorro, las incapacidades, pago de

posibles indemnizaciones y demás gastos que traería un empleado que pueda sufrir un accidente o enfermedad profesional. Por lo que el costo beneficio es bastante alto y conveniente.

3.1 Marmita industrial

Es una olla de metal, que cuenta con una tapa que se ajustable totalmente. Es utilizada mayormente a nivel industrial para procesar alimentos como, “mermelada, jaleas, chocolate, dulces, carnes, bocadillos, salsas y etc.” (República, 2017).

Existen diversas formas con las cuales se puede fabricar una marmita, entre estas se encuentran: cilíndrica o semiesférica, pero la que más se utiliza es la marmita de fondo semiesférica debido a la ayuda que proporciona a que todo el producto se descargue de manera más rápida. Entre las partes principales de una marmita se encuentran: agitador, chaqueta, tanque de la marmita, entrada de vapor, tubería de descarga, conexión para la válvula de seguridad de vapor y termo pozo.

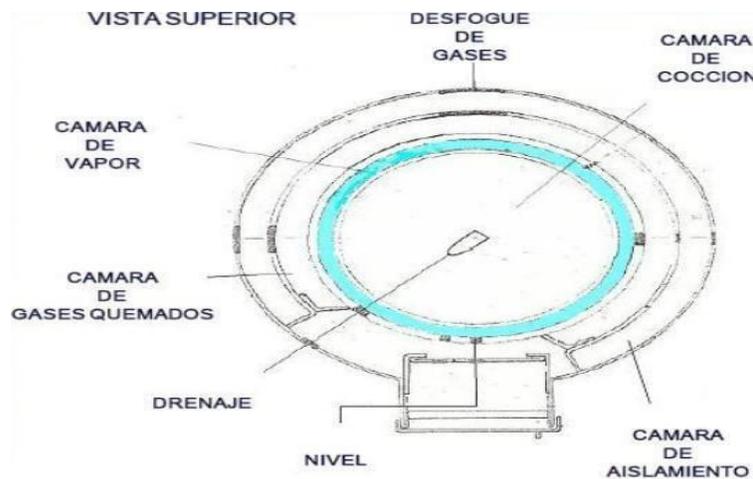
Además, las marmitas tienen un sistema de calentamiento dependiendo de sus componentes de acuerdo a la siguiente manera: marmita de calentamiento a vapor, marmita de calentamiento con energía eléctrica y marmita de calentamiento de gas.

Con respecto, a la cocción uniforme la temperatura primordial que circula por la chaqueta debe ser la misma en toda la superficie, debido a que esto dependerá que los alimentos preparados no se quemen o se adhieran al recipiente. Las marmitas por ser un equipo de procesador de alimentos son fáciles para limpiar y es necesario realizar un adecuado mantenimiento con el

propósito de prevenir problemas microbiológicos y proteger los alimentos de alguna contaminación. (Lobato, 2016).

En la figura 1, se identifica las principales partes que conforman una marmita industrial, vista desde el plano superior. Como primera observación, se puede resaltar la “cámara a vapor” también llamada “chaqueta”, que está distribuida en toda la estructura de la olla, contando con un aislamiento de la cámara de gases quemados, seguido en su última capa más externa, por la cámara de aislamiento. Esta distribución tiene la intención de condensar todo el calor en la parte central del recipiente, donde se realiza la cocción de los alimentos.

Figura 1. Partes de una marmita industrial



Fuente: (Lactoequipos, 2017)

3.1.1 Marmitas utilizadas en la sección de comedores de la Universidad Industrial De Santander.

La universidad Industrial de Santander cuenta con cuatro marmitas industriales, con una capacidad de 350 litros aproximadamente, las cuales funcionan con los tres servicios de, agua, gas y electricidad.

Figura 2. Marmitas Industriales UIS



Fuente: autor del trabajo

En la figura 2, se puede observar las cuatro marmitas, las cuales cuentan con una tapa que siempre permanece elevada, debido a que se debe estar agitando la mezcla constantemente; ninguna de ellas cuenta con agitador ni sistema de volcadura, por lo que encuentran empotradas al suelo.

En la tabla No. 2 se menciona las características físicas de, dimensiones, capacidad en litros y temperatura, los cuales fueron tomados por medición directa con una cinta métrica. (Ver tabla 2).

Tabla 2. Capacidad de las Marmitas Industriales

Marmita de derecha a izquierda	Diámetro interno (cm)	Diámetro externo (cm)	Altura (cm)	Capacidad cm ³	Capacidad (LT)	Temperatura máxima interna	Temperatura en vapor
1	8 1	86	49	252496,87	252,4968 7	98,5°C	80,8°C
2	7 6	83	76	344770,944	344,7709 44	98,3°C	83,1 °C
3	7 6	100	73	331161,565	331,1615 65	97,4°C	80,4°C
4	8 9	94	65	404374,025	404,3740 25	99,6°C	84,5°C

Fuente: autor del trabajo

3.2 Mezclar

Por otro lado, según el Diccionario de Gastronomía (2019), la mezcla se considera una:

Técnica de preparación que consiste en mezclar, unir, homogeneizar o amalgamar perfectamente una elaboración de varios componentes formando

uno solo denominado *masa*. Se puede hacer de forma manual, con espátula o varilla o en una máquina amasadora.

Este proceso permite que la preparación sea más eficaz, pues al realizar el amalgamiento de los diferentes componentes de un plato, se genera un producto que luego se cocina y se convierte en un plato para consumir o en uno de los ingredientes necesarios para realizarlo.

Por otro lado, la Real Academia Española define la palabra mezclar como el hecho de “juntar, unir, incorporar algo con otra cosa.” (RAE, 2021). En este sentido esta palabra es relevante en la presente investigación, pues gracias a la incorporación de todos los ingredientes, y al constante movimiento que se realiza, permite un buen proceso de cocción, por lo que es prudente que la manera de ejecutar este proceso sea práctica y adecuada. Por lo anterior, el éxito de la tarea de mezclar dependerá del diseño apropiado de los elementos internos y “principalmente, del tipo de impulsor que se utilice” (Uribe, Rivera, Alberto, & Murrieta, 2012, p. 23), por esto es importante contar con la máquina adecuada, en este caso se hace referencia a un agitador en una marmita.

3.3 Agitador

Ahora se procede a definir el agitador, el cual se concibe como

un elemento que está en disposición vertical, el cual cuenta con un motor giratorio en el eje y, puede ser de forma manual o automatizada, que cumple la función de mezclar o revolver, debido a la agitación que sufre las sustancias que entran en contacto. (EDUCALINGO, 2019)

Este dispositivo es muy práctico, pues desde las maniobras que deben realizarse dentro de una cocina, las cuales cotidianamente se hacen usando una cuchara, se facilita la tarea de quien ejecuta la acción de cocinar ya que, al ser mecánico o automático, solo requiere que se active y este da inicio a su funcionamiento.

Unido a lo expuesto en el párrafo anterior, TIMSA (2015) define a los agitadores industriales como:

máquinas rotativas que se utilizan para mezclar y homogeneizar dos o más productos de igual o distinta fase en el interior de un tanque creando un fluido entre los líquidos o entre líquidos y sólidos para poder obtener otros productos ya mezclados y homogeneizados con alguno de los siguientes objetivos:

- Homogenización de dos líquidos miscibles.
- Disolución de sólidos en líquidos.
- Intercambio térmico.
- Dispersión de un gas en un líquido.
- Dispersión de partículas finas en un líquido.
- Dispersión de dos fases no miscibles.

De esta manera, al unir más de dos ingredientes, se genera un nuevo producto, que permite la elaboración de otros, ya sea este el resultado como tal o una de las mezclas que corresponde a la creación de un alimento macro.

Ahora, TIMSA explica que “todo agitador industrial se compone en esencia de un motor, una caja reductora de engranajes, un eje de transmisión y un elemento propulsor diseñado de acuerdo a las características de los productos y las necesidades de la mezcla” por esto, no es lo mismo un agitador para la elaboración de alimentos de cantidad media, como la que se realiza en un restaurante de calle (por lo que no los usan), a la cocina en masa, que prepara una cantidad muy amplia de comida, así como se evidencia en el BU de la UIS.

3.3.1 Tipos de agitador

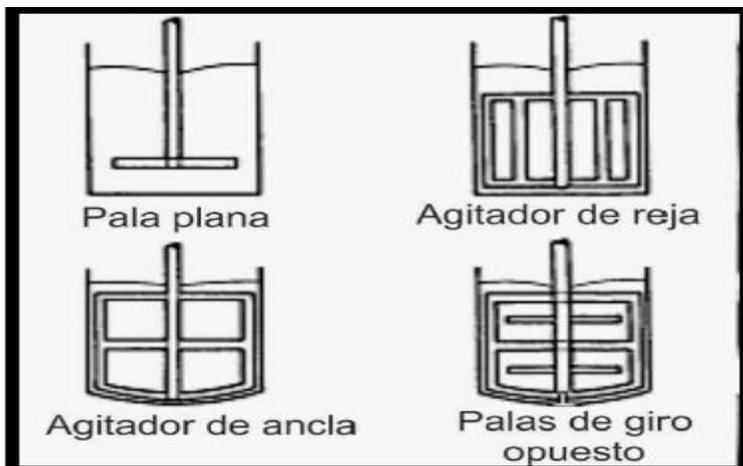
Existen en la actualidad una gran variedad de agitadores a nivel industrial, para diferentes aplicaciones y usos. Los principales tipos de agitador son:

- Agitador de pala
- Agitador de hélice:
- Agitador de cinta helicoidal:

A continuación, se presentan las principales características de cada uno de los tipos de agitadores y su principal uso a nivel industrial.

3.3.1.1 AGITADORES DE PALA

Figura 1. Agitadores de pala



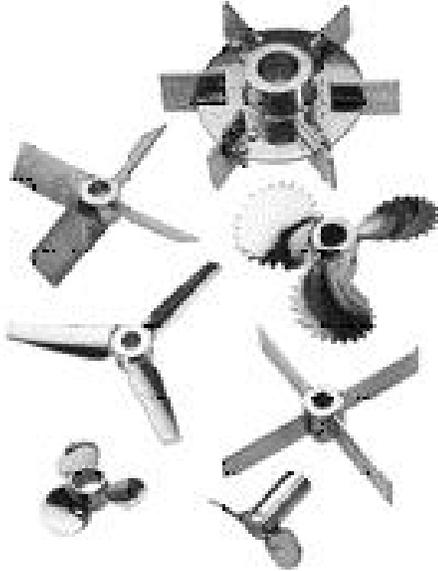
Fuente: DirectIndustry

Características

- Los agitadores de pala son fáciles de construir en comparación con los otros agitadores
- Son usados para hacer una mezcla suave
- Manejan un rango de velocidad variable
- Evitan que los materiales sólidos se acentúen tanto en el fondo como en las paredes del recipiente donde se encuentra la mezcla, permitiendo un constante movimiento de y una mejor mezcla entre sólidos y líquidos
- Maneja un amplio rango de viscosidades

3.3.1.2 AGITADORES DE HÉLICE

Figura 2. Agitador de hélice



Fuente: DirectIndustry

Características

- Son usados para trabajar a velocidad media y alta
- Son usados para la mezcla de líquidos
- Son agitadores de flujo axial
- Son idóneos para evitar que las partículas grandes que se encuentran en una mezcla caigan o se asienten en fondo del recipiente
- Manejen un rango amplio de viscosidades

3.3.1.3 AGITADORES DE CINTA HELICOIDAL

Figura 3. Agitador de cinta Helicoidal



Características

- Son idóneos para la mezcla de productos sólidos y líquidos o elementos sólidos granulados evitando que se quiebren o rompan
- Trabajan con un amplio rango de viscosidades
- El tiempo de mezcla es relativamente corto
- Obtienen una mezcla homogénea
- Estos agitadores generan un fuerte movimiento de abajo hacia arriba de los materiales en la mezcla permitiendo la homogeneidad mencionada anteriormente

3.4 Vaciar

El termino vaciar hace referencia a “sacar el contenido de un recipiente o lugar, o verterlo en otra parte” (Oxford, 2019), siendo así, en este concepto, en el presente proyecto hace referencia a la remoción de todo el contenido de la marmita, cuando el producto ya se encuentra listo para servirlo en sus respectivos recipientes. Sin embargo, para los propósitos que se quieren alcanzar en esta

investigación, es necesario que no haya necesidad de modificar las marmitas, sino que la máquina se adapte al funcionamiento de los elementos que ya existen.

3.5 Dispositivo

Para poder cumplir las tareas de mezclar y vaciar los alimentos de forma segura, se debe diseñar un dispositivo, el cual se concibe como una “cosa o artificio que se dispone para realizar o facilitar un trabajo” (Sensagent, 2020), que es el propósito de esta investigación.

También se le identifica como aquel “conjunto de elementos que forman un mecanismo o que desempeñan coordinadamente una función y que unidos crean un sistema más complejo” (Press, s.f.); así, en el caso de este trabajo, se requiere un dispositivo que, aunado a las demás herramientas, permitan un acabado adecuado del producto a realizar.

Con base en esto, las herramientas que existen deben permitir la creación de una relación coherente entre el operario y el dispositivo que este manipula, donde se identifiquen y se diferencien las herramientas de mezclado y vaciado; pero en conjunto, con el fin de que formen un producto que sirva para el consumo humano.

3.6 Alimento

El termino alimento se puede definir como, “toda sustancia elaborada, semielaborada o natural, que se destina al consumo humano” (RAE, 2021) pudiendo ser cualquier sustancia que se utilizó en el momento de la preparación, “pero no incluye los cosméticos, ni el tabaco, ni las sustancias utilizadas solo como medicamentos” (Organization, s.f.), las cuales se consumen, pero no tienen un componente nutritivo.

Por lo anterior, se mezclan sustancias que, debido a esto, los componentes que los conforman y al entrar en contacto con otros y/o con el entorno, sufren inestabilidad fisicoquímica; debido al conjunto de fuerzas, mecánicas,

termodinámicas o químicas, que son las implicadas en el proceso de las fases de la cocción (Boatella, Codony, & Lopez, 2004).

3.7 Factor de riesgo

Los factores de riesgo son “condiciones del ambiente, instrumentos, materiales, la tarea o la organización del trabajo que encierra un daño potencial en la salud de los trabajadores o un efecto negativo en la empresa” (Gutiérrez, 2011). De esta manera se identifica el factor de riesgo en la problemática planteada, se encuentra que la exposición al factor de riesgo ocurre, en la utilización de ambas herramientas, para mezclar y vaciar los alimentos; debido a que condicionan al empleado a sufrir molestias a nivel de las extremidades superiores y exposición a altas temperaturas.

3.8 Postura forzada

Esta sucede cuando el empleado adopta posturas mayormente en el trabajo utilizando una o varias partes de su cuerpo que dejan de estar en una postura natural de confort, para estar en una posición “forzada o inadecuada que genera hiperextensión, hiperflexiones y/o hiperrotaciones de huesos o articulaciones” estas posturas pueden generar lesiones musculoesqueléticas que afectan principalmente al “cuello, tronco, brazos y piernas”. (PREVALIA CGP, 2008).

3.9 Postura ideal

La postura está condicionada al realizar determinado trabajo, es por eso que los utensilios, área de trabajo y demás factores que están en contacto con el empleado, deben aportarle las condiciones de adoptar una postura adecuada. (Vidahora, 2014). Por lo que, en el ámbito laboral, debe adoptar, ya sea en una actividad estática o en movimiento. Una postura adecuada para trabajar de pie, se debe contar con un espacio libre, el cual permita al trabajador movilidad suficiente

para los pies y las rodillas, estando cerca del elemento que procesan o en donde se desempeñan. (Minera, 2014)

3.10 Desórdenes musculoesqueléticos

Los desórdenes musculoesqueléticos o por sus siglas DME, son ocasionados por la realización de trabajos con gran esfuerzo físico. “Que implican posturas prolongadas, mantenidas y forzadas, con pocas posibilidades de cambio, por fuera de los ángulos confortables o en desequilibrio”. (Ordoñez, Gómez y Calvo, 2021, p. 17).

Estos desórdenes constituyen, en la época actual, un problema de salud pública mundial, nacional e incluso regional, debido al aumento que se ha presentado de estos, en los últimos años. Ante esto Bernal y Cantillo (2004) expresan que:

Estos desórdenes son la causa más frecuente de ausentismo y pérdida de productividad, lo que afecta generalmente la capacidad del individuo para desarrollar sus actividades habituales. Estos afectan principalmente las partes blandas del aparato locomotor: músculos, tendones, nervios y otras estructuras próximas a las articulaciones, evidenciando que, en ciertas tareas, se producen pequeñas agresiones mecánicas como estiramientos, roces, compresiones, que cuando se repiten durante largos periodos de tiempo (meses o años), acumulan sus efectos hasta causar una lesión manifiesta. (p. 37)

Así que con la búsqueda de herramientas que faciliten el trabajo mecánico, se quiere concienciar en la importancia de los ejecutores, pero desde la salud propia de cada uno; pues si bien existe la mano de obra, esta se va enfermando al

transcurrir del tiempo, ya que se ven expuesta a este tipo de lesiones y causa un daño irremediable.

3.11 Trastornos musculo-esqueléticos

Los trastornos musculo esquelético o por sus siglas (TME), que son relacionados con el trabajo son “lesiones de los músculos, tendones, ligamentos, nervios, articulaciones, cartílagos, huesos o vasos sanguíneos de los brazos, las piernas, la cabeza, el cuello o la espalda que se produce o se agrava por tareas laborales como levantar, empujar o jalar objetos”. (NIOSH, 2015) Específicamente en el hombro podría generar un trastorno musculo esquelético, al considerar una mala postura, al estar en “abducción o flexión mayor de 60°, que se mantiene por más de una hora/día, se relaciona con dolor agudo de cuello” asimismo adoptar “las manos arriba o a la altura del hombro se relacionan con tendinitis y varias patologías del hombro”. (Berruezo, 2014, p. 49).

4. METODOLOGÍA

En este apartado se definen el enfoque y el tipo de investigación, así como la muestra que se utiliza para el desarrollo del trabajo.

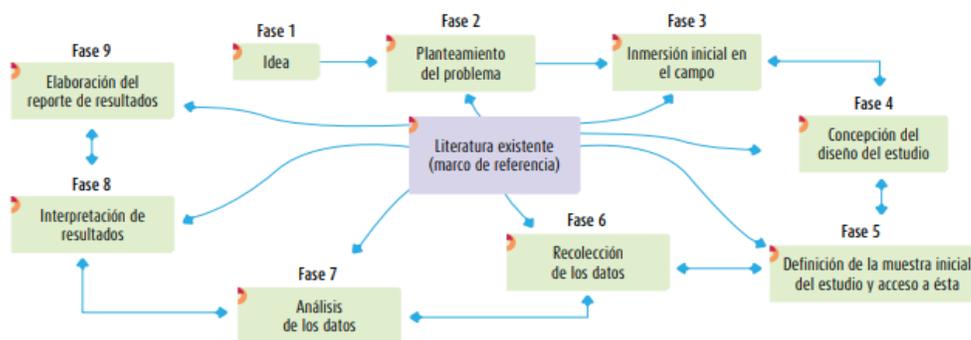
4.1 Enfoque metodológico

El enfoque metodológico de esta investigación es de corte cualitativo, la cual:

se guía por áreas o temas significativos de investigación [...] en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 7)

Para esquematizar lo planteado por los autores, se presenta a continuación el orden que se sigue para la elaboración de una investigación cualitativa:

Figura 4. Proceso concatenado de un proceso de investigación cualitativa



Fuente: Hernández, Fernández y Baptista

Tal como se observa en la figura 4, se revisa una situación específica, se busca literatura sobre la problemática que se evidencia al principio, de allí surge la idea que se quiere investigar, luego se realiza el planteamiento del problema, teniendo en cuenta el contexto y la situación que se presenta, se continúa con el

investigador indagando directamente en el campo afectado, para determinar cómo se realizará el diseño de lo que se propone.

Enseguida se realiza la escogencia y definición de la muestra de estudio a la que se va a investigar, para proceder a la recolección de los datos, que posteriormente serán analizados e interpretados, con el fin de elaborar el reporte de los resultados.

4.2 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo descriptiva, pues busca:

describir fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 92)

Para este trabajo, la intención es modelar una máquina, que permita y facilite el trabajo de las personas que se encargan de realizar el alimento en Bienestar Universitario, para todos los estudiantes que consumen allí. Por ende, se crea el aparato y se describe su funcionamiento, así como las cualidades y la pertinencia de este en la vida de quienes lo manipularán, si se usa en el contexto adecuado. Todo esto parte de la indagación preliminar y de la sustentación teórica previa a la implementación del proyecto.

4.3 Muestreo

En esta investigación se tendrá en cuenta un muestreo de oportunidad, pues es un caso que “de manera fortuita se presenta ante el investigador, justo cuando los necesita. O bien, individuos que requerimos y que se reúnen por algún motivo ajeno a la investigación, lo que nos proporciona una oportunidad extraordinaria para reclutarlos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 389)

Lo anterior, teniendo en cuenta que, con base en la inmersión del investigador en el contexto de la Universidad Industrial de Santander – UIS, tuvo acceso a la problemática identificada y de allí nace la oportunidad el aportar directamente al desarrollo de la misma, desde el funcionamiento de una dependencia en específica, llamada Bienestar Universitario – BU.

5. MÉTODOS DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

En este apartado se procede a definir los métodos para la recolección de la información, que se tienen en cuenta en la presente investigación.

5.1 Observación

Se concibe como el proceso donde se tiene en cuenta que “Es una cuestión de grado. Y la observación investigativa no se limita al sentido de la vista, sino a todos los sentidos” (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 399), lo que se sustenta en esta investigación ya que, al estar inmerso en el escenario de la investigación, pudo determinar la problemática existente, a partir de lo que pudo observar y de los comentarios aleatorios que se desprenden en la misma zona donde él se ubica.

Después de identificar que existe un problema, se procede a ir más allá, pues se indaga sobre la situación presentada y la forma en que esta afecta directamente a un grupo de personas o a la sociedad en general, ya que no es factible hacer surgir una investigación solo con ver y escuchar, ya que tal como lo expresan Hernández, Fernández y Baptista (2014) “no es mera contemplación (“sentarse a ver el mundo y tomar notas”); implica adentrarnos profundamente en situaciones sociales y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente. Estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones” (p. 399), por lo que es necesario que el investigador sea un ente activo, para contemplar de primera mano la dificultad que se ha identificado con anterioridad.

5.2 Documentos, registros, materiales y artefactos

Teniendo en cuenta que la investigación corresponde a la creación de una máquina, que permita realizar el proceso de amalgamiento, de una manera más

rápida y eficaz, favoreciendo a quienes trabajan en B.U, se procede a indagar en investigaciones previas, la forma en que se han podido utilizar artefactos similares.

Lo anterior partiendo de que este método de recolección de información es:

Una fuente muy valiosa, ya que se cuenta con documentos, materiales y artefactos diversos. Por tanto, pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio. Prácticamente la mayoría de las personas, grupos, organizaciones, comunidades y sociedades los producen y narran, o delimitan sus historias y estatus actuales. Le sirven al investigador para conocer los antecedentes de un ambiente, así como las vivencias o situaciones que se producen en él y su funcionamiento cotidiano y anormal. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 415).

Así, al indagar, se pudo conocer que ya se han implementado ideas similares a las que se tiene en esta investigación, las cuales han funcionado, cada una en su campo específico. También sirvió para relacionar la parte teórica, desde el área que se trabaja y la forma en que se debe aplicar para el funcionamiento óptimo y aprobado del artefacto con el que se pretende mejorar la calidad del trabajo de quienes lo manipulan.

5.3 SOLIDWORKS

Para el diseño de la máquina mezcladora, el cual se realizó a escala, con un prototipo funcional, se utilizó el programa SOLIDWORKS, el cual se considera como:

un software de diseño CAD 3D (diseño asistido por computadora) para modelar piezas y ensamblajes en 3D y planos en 2D. El software que ofrece un abanico de soluciones para cubrir los aspectos implicados en el proceso de desarrollo del producto. Sus productos ofrecen la posibilidad de crear, diseñar, simular, fabricar, publicar y gestionar los datos del proceso de diseño.

Además, SOLIDWORKS ofrece soluciones intuitivas para cada fase de diseño, pues cuenta con un completo conjunto de herramientas que le ayudan a ser más eficaz y productivo en el desarrollo de sus productos en todos los pasos del proceso de diseño.

La sencillez que es parte de su propuesta de valor, es decisiva para lograr el éxito de muchos clientes.

La solución de SOLIDWORKS incluye cinco líneas de productos diferentes:

1. Herramientas de diseño para crear modelos y ensamblajes
2. Herramientas de diseño para la fabricación mecánica, que automatiza documentos de inspección y genera documentación sin planos 2D.
3. Herramientas de simulación para evaluar el diseño y garantizar que es el mejor posible
4. Herramientas que evalúan el impacto medioambiental del diseño durante su ciclo de vida.
5. Herramientas que reutilizan los datos de CAD en 3D para simplificar el modo en que las empresas crean, conservan y utilizan contenidos para la comunicación técnica.
6. Finalmente, todas estas herramientas están respaldadas por SolidWorks PDM para gestionar y controlar de forma segura los datos mediante una única fuente de datos reales de sus diseños y SOLIDWORKS Manage, una herramienta que gestiona los procesos y proyectos implicados en todo el desarrollo del producto y está conectado al proceso de diseño.

Todas estas soluciones funcionan de forma conjunta para permitir que las empresas mejoren la fabricación de sus productos y los elaboren de forma más rápida y económica. (SOLIDBI, 2021)

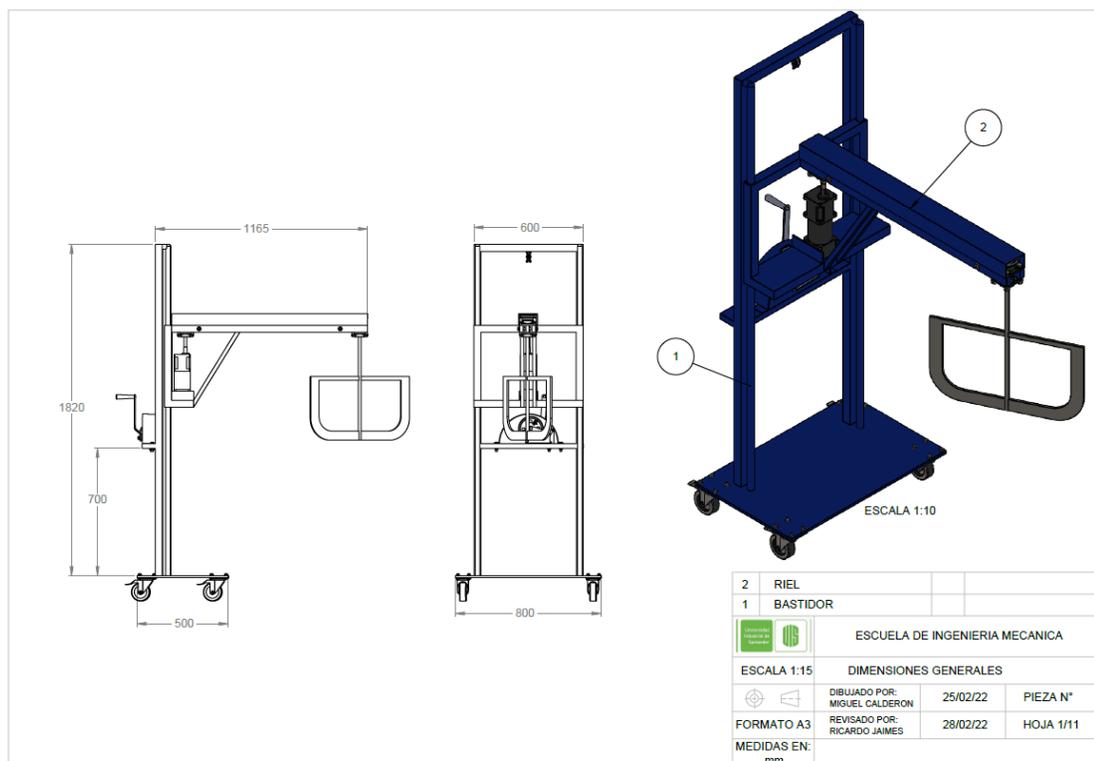
6. PROCESO DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

En este apartado se esboza todo lo concerniente al diseño y a la construcción de la máquina mezcladora, la cual corresponde al producto tangible de la presente investigación.

6.1 DISEÑO

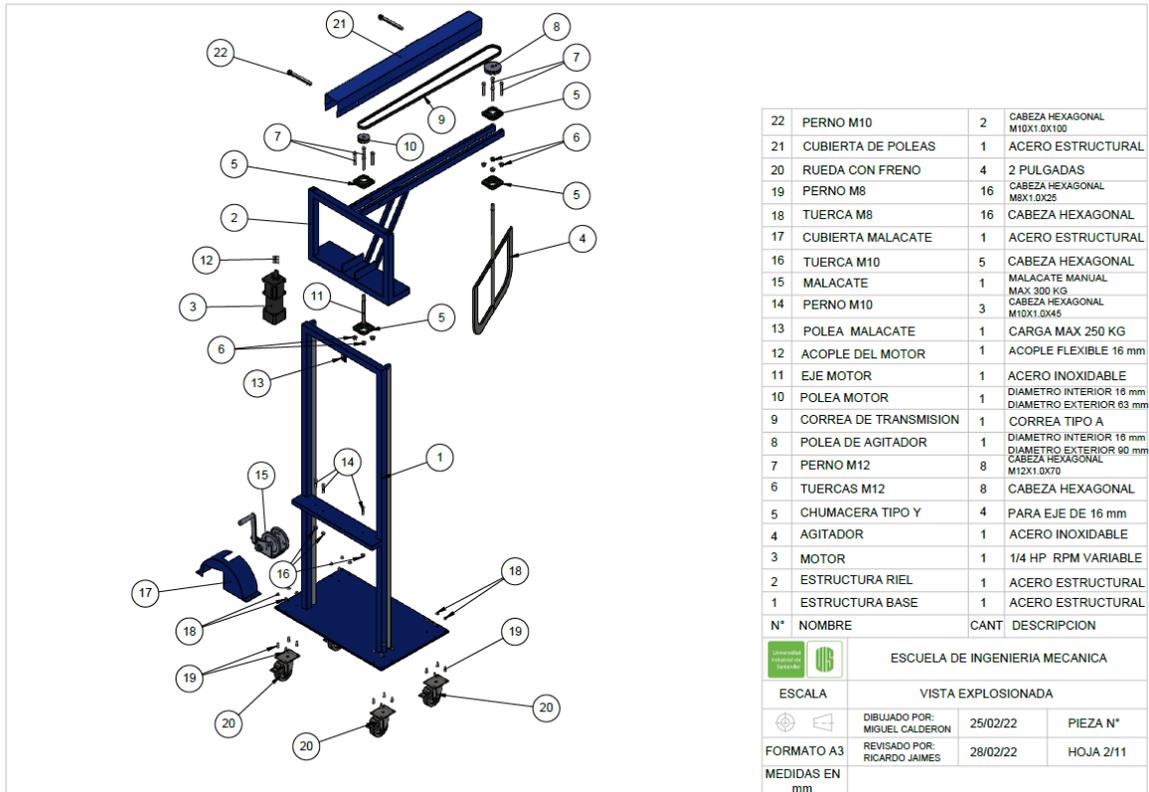
A continuación, se relacionan los diseños elaborados en el programa SOLIDWORKS, donde cada parte está hecha en tamaño a gran escala. (ANEXO A)

Figura 5. Plano ensamble



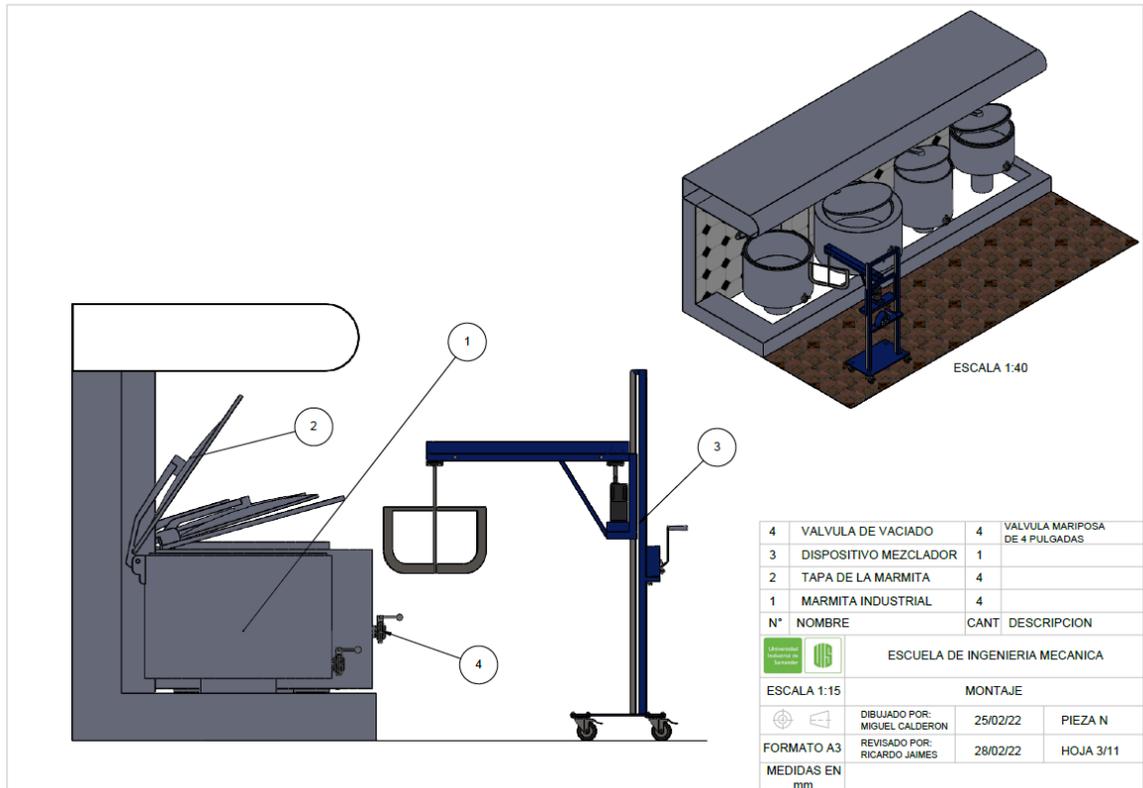
Fuente: SOLIDWORKS

Figura 6. Plano explosionado



Fuente: SOLIDWORKS

Figura 7. Plano montaje

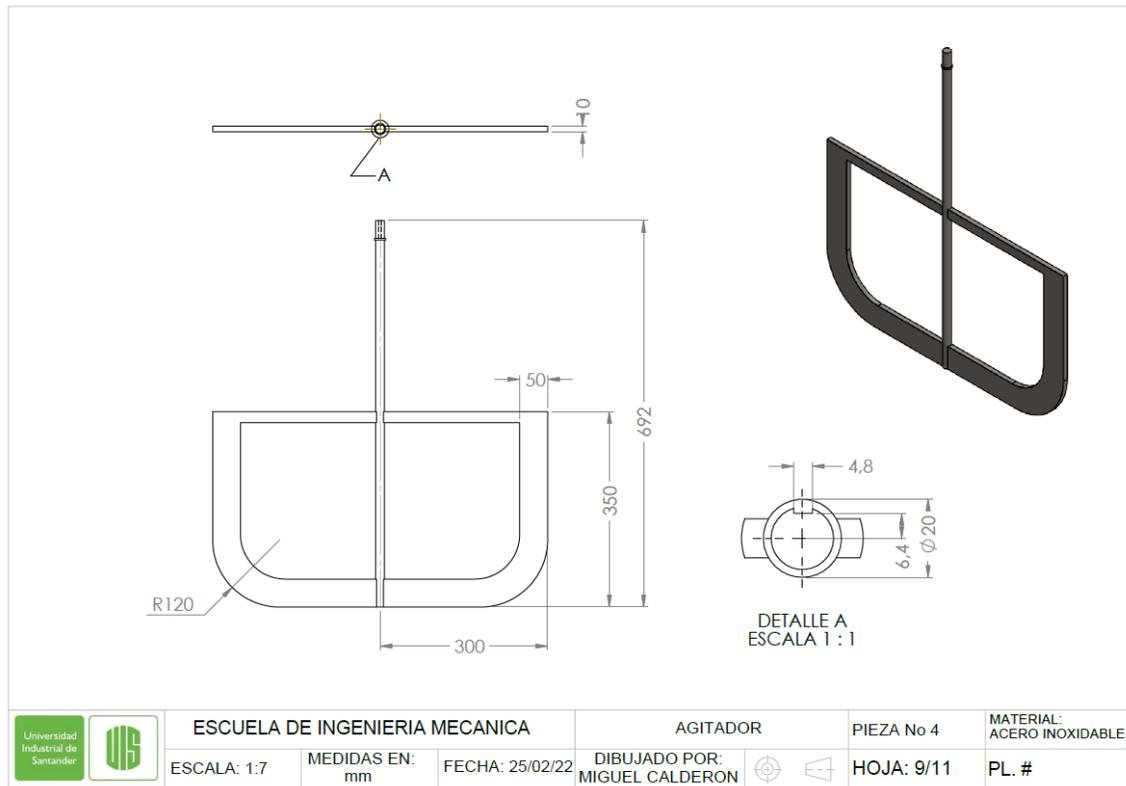


Fuente: SOLIDWORKS

6.1.1 Elaboración de planos de la máquina

Con el fin de dar forma a la idea que se tiene sobre la máquina que debe usarse en el proceso de mezcla y cocción, en la cocina del Bienestar Universitario de la UIS, se ha realizado el proceso de modelado a escala de un prototipo funcional, por medio del programa SOLIDWORKS.

Figura 8. Plano del agitador



Fuente: SOLIDWORKS

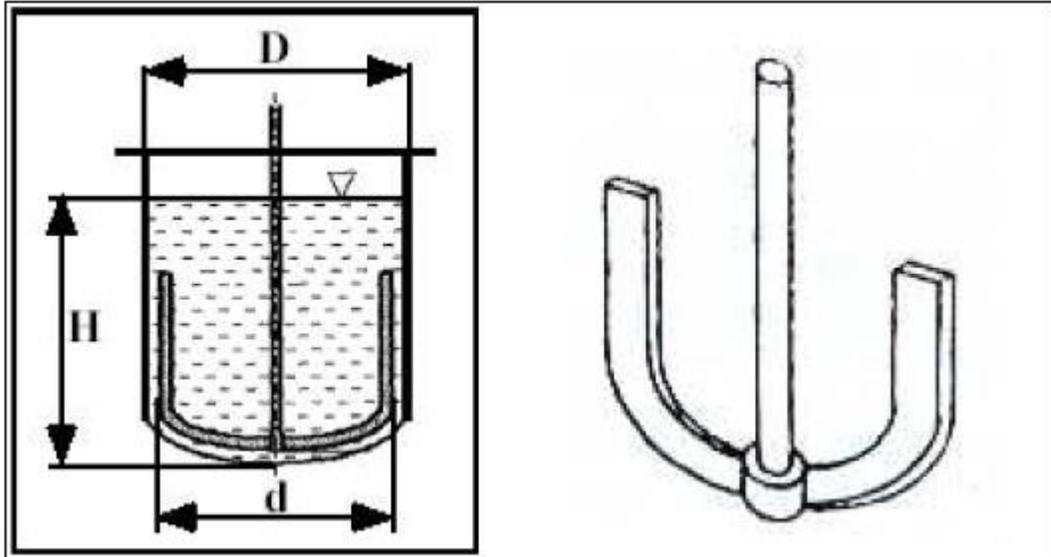
Después de analizar los tipos de agitadores, se decidió optar por los agitadores de tipo ancla debido a las características que presentan solo los más convenientes para el tipo de trabajo que se va a hacer.

Para el diseño que se va a realizar el agitador de tipo pala que se va a usar para el diseño es el agitador de ancla debido a que además de tener las características que poseen los agitadores de pala poseen una buena transferencia de calor con las paredes y una forma adaptada al fondo y a las paredes del recipiente permitiendo así que no haya adhesión de los materiales solidos al recipiente.

6.1.1.1 Diseño del agitador

Con el tipo de agitador escogido, lo siguiente es saber los parámetros de dimensionamiento del agitador para poder hallar la potencia que se necesita para realizar la tarea de agitación en las marmitas.

Figura 9. Características del agitador tipo ancla



Fuente: autor del trabajo

$$D_a = 0,95 * D_m$$

Donde:

d_a es el diámetro del agitador

D_m es el diámetro de la marmita

H es la altura de la marmita

Con las características de diseño del agitador se procede a calcular la potencia necesaria para hacerlo girar.

6.2 CONSTRUCCIÓN

En este apartado se relaciona el proceso de la construcción del modelo funcional, desde la selección de los materiales, hasta el artefacto construido.

6.2.1 Proceso de Construcción y Montaje del Modelo Funcional

- **SELECCIÓN DE MATERIALES**

Figura 10. Acero



Fuente: autor del trabajo

Esta imagen muestra una pieza de acero, la cual corresponde al ángulo de 1 pulgada, que sirve como base para la construcción de la estructura, donde se estabiliza el mezclador.

Figura 11. Motor reductor



Fuente: autor del trabajo

En esta imagen se visualiza el motor-reductor, el cual funciona como fuerza motriz o de arranque, para el funcionamiento del mezclador.

Figura 12. Chumacera 16 mm



Fuente: autor del trabajo

Figura 13. Montaje de las chumaceras para eje del agitador



Fuente: autor del trabajo

Figura 14. Válvula de bola de 1" de diámetro



Fuente: autor del trabajo

Figura 15. Tubo cuadrado de acero de 1x1 y tubo redondo de acero de 3/4 "para la fabricación del riel



Fuente: autor del trabajo

Figura 16. Polea utilizada para el malacate



Fuente: autor del trabajo

Figura 17. Tubo rectangular de acero de 1 ½" por ¾" para el soporte del motor y las chumaceras



Fuente: autor del trabajo

- **Montaje**

Figura 18. Estructura general



Fuente: autor del trabajo

Figura 19.Sistema de riel acoplado en la estructura



Fuente: autor del trabajo

Figura 20. Cuña del eje del agitador



Fuente: autor del trabajo

Figura 21. Vista interna del acople del eje del agitador



Fuente: autor del trabajo

Para este proceso se realiza una cuña al extremo del eje del agitador, para que este encaje en el canal del acople, con el fin de que no exista un deslizamiento entre ellos al momento de la rotación y que así se transmita el torque óptimo del motor.

Figura 22. Montaje del acople del eje del agitador



Fuente: autor del trabajo

Figura 23. Montaje de las chumaceras tipo Y



Fuente: autor del trabajo

En las chumaceras se utiliza esta configuración para el montaje, ya que la distancia entre los rodamientos equivale a 11 cm, lo cual es suficiente para generar la estabilidad al eje, en el momento que inicia su funcionamiento.

Figura 24. Soldadura de los apoyos de acuerdo al peso considerable de las chumaceras



Fuente: autor del trabajo

Figura 25. Soldadura de los apoyos para la fuente motriz y el malacate



Fuente: autor del trabajo

Figura 26. Montaje de la fuente motriz



Fuente: autor del trabajo

Para el montaje de la fuente motriz se utilizaron un grupo de aletas acopladas a la estructura, con el fin de darle estabilidad al motor, pues se quiere evitar el efecto vibratorio, cuando se pone en funcionamiento el dispositivo.

Figura 27. Aplicación de pintura anticorrosiva



Fuente: autor del trabajo

Figura 28. Construcción del malacate



Fuente: autor del trabajo

Figura 29. Manivela del Malacate



Fuente: autor del trabajo

Se utilizó un eje estriado para fabricar el malacate de la estructura, con una polea superior de 25 mm de diámetro, con una guaya de bicicleta articulada al riel y utilizando una tuerca housing dentro de la manivela, para aprovechar así la conexión entre el eje estriado y la tuerca, con el fin de que sea más eficiente la transmisión del torque y este quede asegurado.

Figura 30. Pintura de la estructura



Fuente: autor del trabajo

Figura 31. Montaje sin el sistema eléctrico



Fuente: autor del trabajo

Figura 32. Montaje final



Fuente: autor del trabajo

En esta imagen se puede evidenciar el montaje del dispositivo, con el sistema eléctrico, el cual se compone de la batería y de un interruptor de encendido/apagado, para la máquina.

6.3 CONSTRUCCIÓN DEL AGITADOR

Figura 33. Agitador de paletas - tipo ancla



Fuente: autor del trabajo

Para la construcción del agitador, se hizo uso de una lámina de acero de calibre 16 (1.5 mm de espesor) y se realizó el corte por medio de plasma; además, en el eje se usó una varilla galvanizada de $\frac{3}{4}$ " y posteriormente se mecanizó en el torno el diámetro requerido de $\frac{5}{8}$ ", con el fin de ensamblar los rodamientos de las chumaceras. Así, por medio de soldadura se unieron las aletas y el eje.

6.4 CONSTRUCCIÓN DE LA MARMITA

Figura 34. Base de la marmita



Fuente: autor del trabajo

Para la fabricación de la base de la marmita se utilizó ángulo de 1", la cual va unida por medio de soldadura y de tapones de caucho, los cuales se ponen en las patas de la base.

Figura 35. Vista interior de la marmita



Fuente: autor del trabajo

Se hizo uso de un niple, el cual se acopló a la pared de la marmita, sellándolo con silicona para vidrios; esto con el fin de evitar posibles fugas de líquido.

Figura 36. Válvula de vaciado



Fuente: autor del trabajo

Para el sistema de vaciado se utilizó una válvula de bola de 1" de diametro, pues esta medida se considera suficiente para la fluidez del contenido hacia la parte externa.

6.5 SISTEMA DE VACIADO

Con el fin de facilitar también el vaciado de las marmitas, luego de la finalización de todo el proceso de cocción, se buscó la manera de que este fuera más sencillo y optimizado para quienes lo realizan cotidianamente.

Así, se lleva a cabo la elección de las siguientes válvulas de vaciado, tomando como referencia su uso en la industria de alimentos. (ANEXO B)

Figura 37. Válvula mariposa ensamblada en una marmita industrial



Fuente: autor del trabajo

La válvula de mariposa de 4 pulgadas permite la salida de los alimentos de manera rápida y segura, esto hace que el proceso de vaciado se optimice y agilice.

Figura 38. Válvula de mariposa – 4 pulgadas



Fuente: autor del trabajo

En esta imagen se muestra el montaje de una válvula tipo mariposa, de 4 pulgadas, en una marmita industrial, para la elaboración y posterior extracción de las mermeladas.

Figura 39. Cotización de la válvula tipo mariposa.

CODIFER S.A.S.
 860501682-3
 CR 26 12 B 44
 BOGOTA D.C.
 Tel: 3607088 Fax: 3603756

COTIZACION

Número: CV-00031259
 Fecha: 22/01/2022
 Página: 1 de 1

<p>Cliente: CODIFER S.A.S Contacto: LUIS RAMIRO LOPEZ Nit o C.C.: 860501682 Código: 860501682 Dirección: CRA 26 N 12 B 44 Ciudad: BOGOTA D.C. Teléfono: 3607088 Fax:</p>	<p>Forma de pago: C1 CONTADO Fecha vcto.: 22/01/2022 Vendedor: LOPEZ RIANO PEDRO PABLO Docto.Alt.: Moneda: PESOS</p>
---	---

Item	Bodega U.M.	Cantidad	Precio unit.	Dcto.	Sub total	IVA %
300272044 VALVULA MARIPOSA SS304 SANIT CLAMP 4"	BOD1 UND	1	\$285.670	\$53.114	\$212.456	19,00
300272042 VALVULA MARIPOSA SS304 SANIT CLAMP 3"	BOD1 UND	1	\$185.650	\$37.130	\$148.520	19,00
Sub total						
Total bruto						
Descuentos						
Vir impuestos						
Total						

DESCUENTO INCLUIDOYADIRA

Yadira Moreno
ELABORADO

Yadira Moreno
APROBADO

RECIBIDO

Fuente: autor del trabajo

Figura 40. Montaje de las válvulas en las marmitas industriales UIS-comedores



Fuente: SOLIDWORKS

6.6 ANÁLISIS DE COSTOS

Debido a que este artefacto debe construirse, como prototipo funcional, se requiere del manejo de presupuesto para la compra de materiales que se utilizan en el proceso.

Por tanto, a continuación, se presenta un listado de la materia prima y de las piezas estándar utilizadas para la fabricación de la máquina y del dispositivo funcional.

Tabla 3. Relación de costos - Dispositivo real

COSTOS DISPOSITIVO REAL				
Costo de materiales	MATERIAL	CANTIDAD	COSTO	
	Materia Prima			
	Tubo cuadrado de 1 ½"	8 [m] x 9.500\$/m	\$ 76.000,00	
	Tubo circular de 1"	4 [m] x 12.000\$/m	\$ 48.000,00	
	Tubo rectangular de ¾ x 1 ½"	4 [m] x 8.500\$/m	\$ 34.000,00	
	Lamina de acero de 10 [mm] de espesor	60x40 [cm]	\$ 180.000,00	
	Lamina de aluminio de 2 [mm] de espesor	200x50 [cm]	\$ 210.000,00	
	Varilla de acero inoxidable	16 [mm] de diámetro x 1 [m] de longitud	\$ 160.000,00	
	Lamina de acero inoxidable	50x50 [cm]	\$ 80.000,00	
	Piezas estándar			
	Chumacera tipo Y de 16 [mm]	2	\$ 40.000,00	
	Motor-reductor de ¼ HP con RPM variable	1	\$ 2'350.000,00	
	Malacate manual de 300 kg	1	\$ 110.00,00	
	Polea del motor para ejes de 16 [mm] con diámetro exterior de 63 [mm]	1	\$ 18.000,00	

	Polea del agitador para ejes de 16 [mm] con diámetro exterior de 90 [mm]	1	\$ 22.000,00
	Polea para malacate carga máxima de 250 kg	1	\$ 45.000,00
	Tuercas M12	8	\$ 4.000,00
	Tornillos M12X70	8	\$ 8.000,00
	Correa de transmisión tipo A	1	\$ 32.000,00
	Acople del motor-reductor	1	\$ 135.000,00
	Tuerca M10	5	\$ 4.500,00
	Tornillo M10X45	3	\$ 6.000,00
	Rueda con freno de 2"	4	\$ 36.000,00
	Tornillo M8X25	16	\$ 16.000,00
	Tuerca M8	16	\$ 8.000,00
	Tornillo M10X100	2	\$ 6.000,00
	Tapones de plástico para los tubos cuadrados	8	\$ 10.000,00
	Total		\$ 3'638.500,00
Costos de manufactura	PIEZA	PROCESO	COSTO
	Estructura base	Corte de los tubos cuadrados	\$ 10.000,00
		Corte de los tubos circular	\$ 10.000,00
		Taladrado Ø10	\$ 2.000,00
		Taladrado Ø8	\$ 8.000,00
		Corte de lámina de acero	\$ 15.000,00
		Soldadura	\$ 40.000,00
	Estructura riel	Corte de los tubos cuadrados y rectangulares	\$ 10.000,00
		Taladrado Ø10 mm	\$ 5.000,00
		Soldadura	\$ 50.000,00
	Cubierta malacate	Corte de lámina de aluminio	\$ 10.000,00

		Taladrado Ø10 mm	\$ 2.000,00
	Cubierta de poleas	Corte de lámina de aluminio	\$ 10.000,00
		Taladrado Ø10 mm	\$ 2.000,00
	Agitador	Corte de lámina de acero inoxidable	\$ 30.000,00
		Corte del eje de acero inoxidable	\$ 10.000,00
		Soldadura	\$ 50.000,00
	Total		\$264.000,00
COSTO TOTAL			
TOTAL (Materiales + Manufactura)			\$ 3'902.500,00

Fuente: autor del trabajo

7. PRUEBA DE FUNCIONAMIENTO

Con base en la construcción de la máquina y la necesidad de demostrar su eficacia, a continuación, se demuestra el funcionamiento del dispositivo mezclador, a partir de la preparación del plato conocido como “mute”.

7.1 Fluido de la muestra

Teniendo en cuenta que antes de determinar los productos que se pasarán por el mezclador, debe conocerse la consistencia y la mezcla que debe realizarse. Siendo así, cuando se trata del plato conocido como mute, se tiene conocimiento de que su espesor y consistencia es más dura y fuerte, por tanto, se realizó este cálculo y posteriormente se realizó la prueba de funcionamiento, con la misma receta.

De esta manera, para conocer la densidad del mute se usó la fórmula de densidad clásica donde se necesita conocer la masa del mute y el volumen que

abarca la muestra del mismo. Para ello se utilizó una báscula con la cual se va a medir el peso y un tubo con el cual se va a medir el volumen que abarcó la muestra.

$$\rho_m = \frac{m_m}{V_m}$$

Donde

ρ_m es la densidad del mute

m_m es la masa del mute

V_m es el volumen del mute

El primero paso fue poner el tubo vacío en la báscula, para conocer el peso del tubo y que este no fuese sumado junto con el peso de la muestra de mute, pues se tendría un dato inexacto o falso.

Figura 41. Tubo de medición sobre la báscula



Fuente: autor del trabajo

Luego, se introdujo la muestra del mute dentro del tubo para conocer el volumen que abarca y así extraer la primera medida. Sin embargo, las medidas del recipiente están en ml, por lo que fue necesario hacer una conversión de ml a m^3 .

Figura 42. Muestra del mute en el tubo de medición



Fuente: autor del trabajo

Por último, se tomó la medida del peso del mute, descontando el resultado del tubo vacío, para determinar el exacto que corresponde a la muestra.

Figura 43. Densidad del mute, arrojado por la báscula



Fuente: autor del trabajo

Así, al realizar los cálculos, se obtiene el valor de la densidad del mute, obteniendo como resultado:

$$m_{tubo} = 0,275kg$$

$$m_T = 0,728kg$$

$$m_m = m_T - m_{tubo}$$

$$m_m = 0,453kg$$

$$V_m = 425ml$$

$$V_m = 0,000425m^3$$

$$\rho_m = \frac{m_m}{V_m} = \frac{0,453kg}{0,000425m^3}$$

$$\rho_m = 1065,88 \text{ kg}/m^3$$

Para conocer la viscosidad del mute fue necesario un cálculo diferente, debido a que la medida de viscosidad es tomada cuando la muestra es de una

mezcla homogénea, pero en el caso del mute no es de esta manera, debido a la composición de la misma. Por tanto, se optó por usar la viscosidad de la leche condensada como referencia, ya que existe una similitud entre los fluidos.

$$\mu_m = \mu_{leche\ cond} = 480\ cps$$

Para los cálculos es necesario hacer la conversión de centipoise a Pa.s por lo cual la viscosidad del mute en Pa.s es:

$$\mu_m = 0,48\ Pa \cdot s$$

Como se había expresado con anterioridad, se tomó como muestra el mute, pues es una de las comidas más difíciles de mezclar dentro de la marmita, debido a los componentes sólidos que posee y a la viscosidad del líquido.

7.2 Cálculo de la potencia del motor

Teniendo en cuenta que ya se determinó la composición del mute, ahora se procede a realizar el cálculo para especificar la potencia del motor que se requiere, al momento de realizar el proceso de amalgamiento del mute.

Por lo anterior, con los parámetros de la mezcla de muestra y el diseño del agitador se procede a calcular la potencia del motor.

En primera instancia se calcula el número de Reynolds:

$$R_e = \frac{N * d_a * \rho_m}{\mu_m}$$

Donde:

ρ_m es la densidad del mute

μ_m es la viscosidad del mute

d_a es el diámetro del agitador

N es el número de revoluciones por segundo

Para el diseño de la máquina se va a trabajar con 0,7 revoluciones por segundo, ya que está dentro del rango que manejan este tipo de agitadores, con el fin de que funcione de manera adecuada y óptima.

Luego, con el número de Reynolds calculado podemos conocer si el flujo producido es laminar o turbulento.

Por esto, para encontrar la potencia necesaria para hacer girar el agitador, se usa la siguiente fórmula

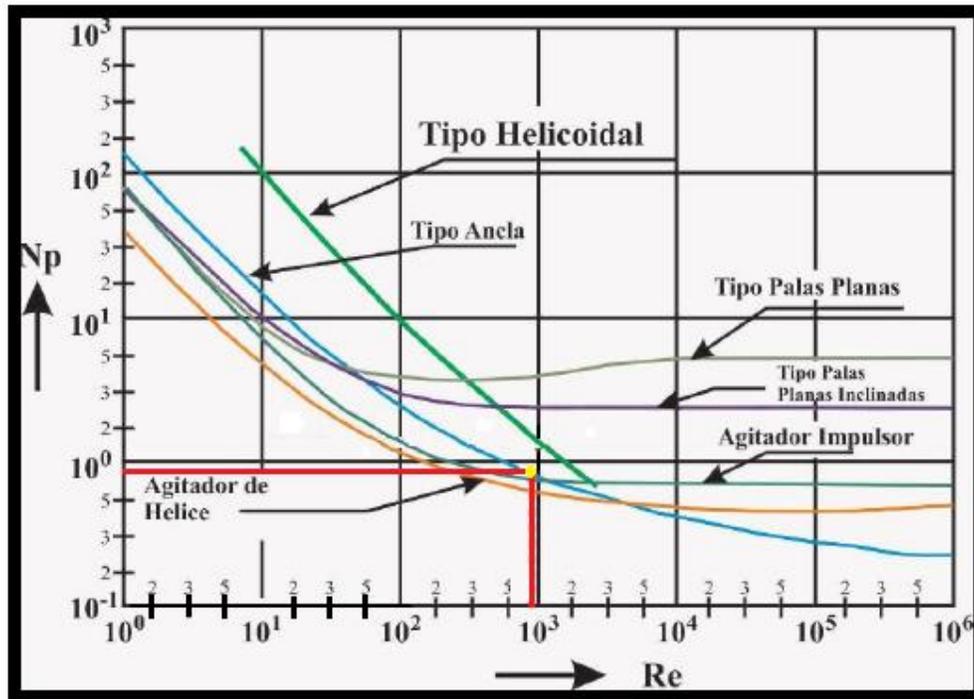
$$P_a = N_{pa} * \rho * N^3 * d_a^5$$

Donde,

N_{pa} es el número de potencia del agitador que depende del tipo de agitador que se esté trabajando y del número de Reynolds de la sustancia a agitar.

El número de potencia lo sacamos de la siguiente gráfica:

Gráfica 1. Tabla para extraer el número de potencia



Fuente: autor del trabajo

Para el caso de la presente investigación, en diseño el valor de N_{pa} es 0,9

Después de realizar los cálculos, los resultados fueron los siguientes:

$$d_a = 0,798 \text{ [m]} \quad D_M = 0,84 \text{ [m]} \quad \mu = 0,48 \text{ [Pa}\cdot\text{s]} \quad N = 0,7 \text{ [rps]}$$

$$N_{PA} = 0,9 \quad P_A = 106,5 \text{ [W]} \quad P_{a,HP} = 0,1427 \text{ [HP]} \quad Re = 989,9$$

$$\rho = 1066 \text{ [kg/m}^3\text{]}$$

7.3 Eficiencia

Se considera que la eficiencia del motor es del 75%, ya que existen diferentes posibles pérdidas de energía, que lo afectan directamente.

$$potencia\ requerida = (1,25)(0.1427)$$

$$potencia\ requerida = 0,178 [HP] = 0,130 kW$$

7.4 Selección del Motor

De acuerdo al valor de potencia calculado se selecciona el siguiente motor que cumple con los siguientes requerimientos de diseño: potencia $\frac{1}{4}$ HP y 40 rpm. (ANEXO C)

Figura 44. Motor reductor con control de revoluciones variable



Fuente: autor del trabajo

Figura 45. Características generales del motor



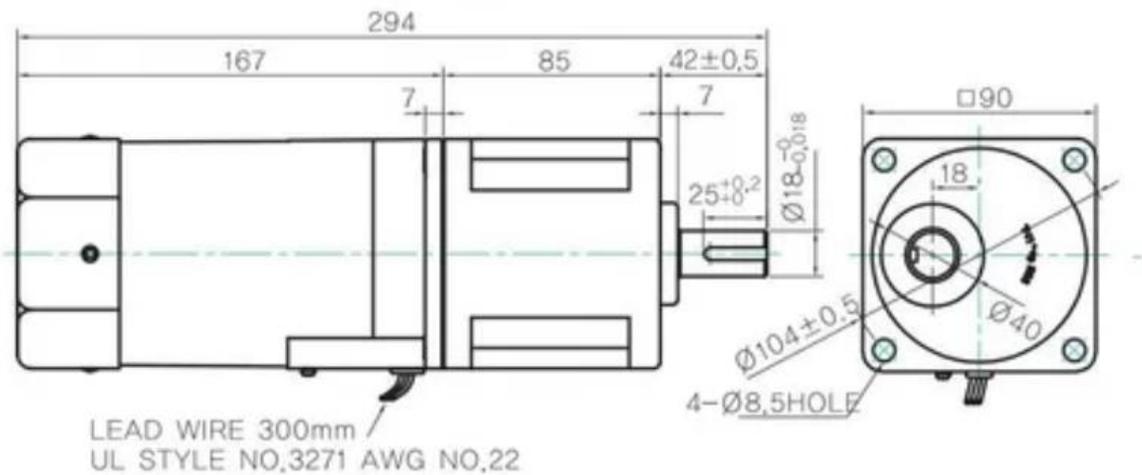
Fuente: autor del trabajo

Figura 46. Dimensiones del motor

H TYPE GEARBOX

● MOTOR MODEL:
9IDG□-200FH (GENERAL FAN)

● GEARBOX MODEL:
9HBK□BH



Fuente: autor del trabajo

7.5 ANÁLISIS DE ENERGÍAS

7.5.1 Fuerza requerida por el operario para vaciar los alimentos

Para realizar el análisis del trabajo realizado para que el operario evacue los alimentos de la marmita, se tomó en consideración la sopa de MUTE y las dimensiones de la marmita 4 (la de mayor capacidad), usando un cucharón como herramienta de trabajo para el vaciado de los alimentos.

Figura 47. cucharón de vaciado



Fuente: autor del trabajo

Dimensiones del cucharón

Radio = 10 [cm]

Altura = 15 [cm]

Longitud del mango = 50 [cm]

Volumen de sopa dentro del cucharón

$$V = \pi * R^2 * h$$

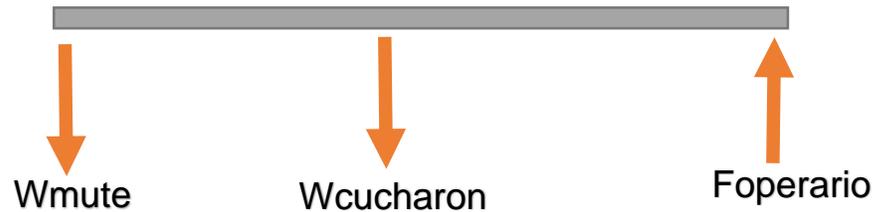
$$V = \pi * (0,1)^2 * (0,15)$$

$$V = 0,00471 [m^3]$$

Para conocer la masa de mute se tiene:

$$\begin{aligned} masa_{mute} &= densidad * volumen \\ masa_{mute} &= \left(\frac{0,453}{0,000425} \right) * (0,00471) \\ masa_{mute} &= 5,02 [kg] \end{aligned}$$

Diagrama de cuerpo libre del cucharón



$$\begin{aligned} F_{operario} &= masa_{mute} * g + masa_{cucharon} * g \\ F_{operario} &= 5,02(9,81) + 1,21(9,81) \\ F_{operario} &= 49,25 + 11,87 \\ F_{operario} &= 61 [N] \end{aligned}$$

Con base en los datos anteriores, el trabajo necesario para levantar el cucharón con sopa es:

$$\begin{aligned} W_{operario} &= F_{operario} * H_{marmita} \\ W_{operario} &= 61 * 0,65 \\ W_{operario} &= 39,65 [N.m] \approx 40 [J] \end{aligned}$$

Como la capacidad total de la marmita es 0,404374 [m³] se tiene que:

$$\# \text{ veces} = \frac{V_{\text{marmita}}}{V_{\text{cucharon}}}$$

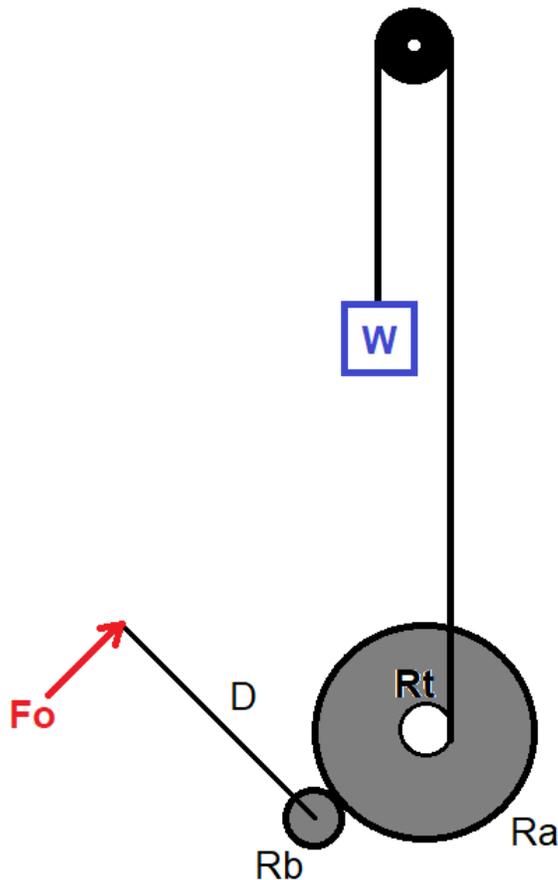
$$\# \text{ veces} = \frac{0,404374}{0,00471}$$

$$\# \text{ veces} = 85,86 \approx 86 [\text{veces}]$$

Siendo así, se requiere que el operario realice 86 acciones de vaciado con el cucharón, para extraer por completo el contenido de la marmita.

7.5.2 Fuerza necesaria por el operario para usar el malacate

Figura 48. Diagrama de fuerzas del malacate



Fuente: autor del trabajo

Donde:

W: peso total del sistema riel

Rt: radio del tabor donde se enrolla el cable

Ra: radio del engranaje mayor

Rb: radio del engranaje menor

D: medida de la manivela del malacate

Fo: Fuerza aplicada por el operario

Datos de iniciales

W=127,5 [N]

Rt= 0,011 [m]

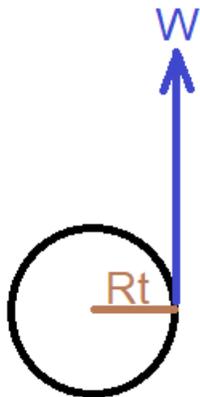
Ra= 0,06015 [m]

Rb=0,0188 [m]

D=0,226 [m]

Torque generado en el tambor por el peso del sistema riel

Figura 49. Diagrama de fuerzas del tambor malacate



Fuente: autor del trabajo

$$T_t = W * R_t$$

$$T_t = (127,5) * (0,011)$$

$$T_t = 1,4025 [N.m]$$

Teniendo el torque que genera el cable en el tambor podemos hallar la fuerza que se ejerce sobre el engranaje mayor

$$T_t - F_a * Ra = 0$$

$$1,4025 - F_a * (0,06015) = 0$$

$$F_a = \frac{1,4025}{0,06015}$$

$$F_a = 23,32 [N]$$

Con la fuerza hallada F_a , calculamos el torque en el eje de la manivela

$$T_B = F_a * Rb$$

$$T_B = 23,32 * (0,0188)$$

$$T_B = 0,438 [N.m]$$

Finalmente, con el torque en la manivela hallamos la fuerza mínima que requiere el operario para elevar la carga en el malacate

$$T_B = F_o * D$$

$$0,438 = F_o * (0,266)$$

$$F_o = 1,65 [N]$$

Se puede afirmar que el operario necesita una fuerza mayor de 1,65 [N] para levantar la carga de 127,6 [N]

7.5.3 COMPARACION ERGONOMICA

Se hace uso del método de RULA (Valoración Rápida de los Miembros Superiores) para comparar el nivel de riesgo del trabajo que realiza el operario con y sin el dispositivo mezclador.

7.5.3.1 Método RULA sin el dispositivo

Datos de la Evaluación

Tipo de evaluación ?

Un único lado del cuerpo
 Dos lados del cuerpo

Introducción de datos

Grupo A

Introduce la información correspondiente a los miembros superiores del cuerpo: **brazos, antebrazos y muñecas.**

Lado Izquierdo

Lado Derecho

Grupo B

Introduce la información correspondiente correspondiente a las **piernas, el tronco y el cuello.**

Grupo B

Fuerzas

Introduce la información correspondiente al tipo de **actividad muscular** desarrollada y la **fuerza aplicada.**

Actividad y fuerzas

Para utilizar el método RULA se debe llenar ciertas categorías las cuales dependen de la parte del cuerpo a utilizar y las fuerzas aplicadas en el trabajo.

Grupo A - Extremidades superiores

Lado **IZQUIERDO** del cuerpo

Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
 El brazo está flexionado más de 90 grados.



El brazo está entre 20° de flexión y 20° de extensión.



El brazo está entre 21° y 45° de flexión o más de 20° de extensión.



El brazo está entre 46° y 90° de flexión.



El brazo está flexionado más de 90°.

El operario sujeta la herramienta con el brazo izquierdo por debajo de los hombros mientras que el brazo derecho esta flexionado más de 90°

Indica o selecciona la imagen si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)

El brazo está rotado o el hombro elevado.

El brazo está abducido.

La carga no está soportada sólo por el brazo sino que existe un punto de apoyo.



Posición del antebrazo

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.

El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



Indica o selecciona la imagen si...

El antebrazo cruza la línea media del cuerpo o realiza una actividad a un lado de éste.



Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

La muñeca está en posición neutra.

La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.

La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



Indica el ángulo de giro de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio.
- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.



Se realiza el mismo proceso para el lado derecho y procedemos a llenar los datos del grupo B y posteriormente la actividad muscular desarrollada.

Grupo B - Cuello, tronco y extremidades inferiores



Posición del cuello

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión.
- El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión.
- El cuello está flexionado por encima de 20 grados.
- El cuello está en extensión.



Indica o selecciona la imagen si... (pueden darse varias de estas situaciones simultáneamente)

El cuello está lateralizado.

El cuello está rotado.



Posición del tronco

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°.
- El tronco está flexionado entre 0 y 20 grados.
- El tronco está flexionado entre 21 y 60 grados.
- El tronco está flexionado más de 60 grados.



Actividad muscular y fuerzas

Tipo de actividad muscular

Indica el tipo de actividad muscular del trabajador

Actividad estática, se mantiene durante más de un minuto seguido o es repetitiva.

Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

Fuerzas ejercidas

Indica las fuerzas ejercidas por el trabajador

La carga o fuerza es menor de 2 Kg y se realiza intermitentemente.

La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg y se realiza intermitentemente.

La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.

La carga o fuerza es mayor de 10 Kg y es aplicada intermitentemente.

La carga o fuerza es mayor de 10 Kg y requiere una postura estática o movimientos repetitivos.

Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

La actividad es constante debido a que el operario debe realizarla en repetidas ocasiones para que se dé la correcta mezcla de los alimentos,

Resultados

Resultado del lado DERECHO

Puntuación RULA

7



Nivel de actuación 4
Es necesario realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.

El valor de la puntuación obtenida es mayor cuanto mayor es el riesgo para el trabajador, el valor 1 indica un riesgo inapreciable mientras que el valor máximo, 7, indica riesgo muy elevado. A partir de la puntuación final se propone el Nivel de Actuación sobre el puesto. Cada Nivel establece un nivel de riesgo y recomienda una actuación sobre la postura evaluada. La Tabla muestra los Niveles de Actuación según la puntuación final.

Puntuación	Nivel	Actuación
1 o 2	1	Riesgo Aceptable
3 o 4	2	Pueden requerirse cambios en la tarea, es conveniente profundizar en el estudio
5 o 6	3	Se requiere el rediseño de la tarea
7	4	Se requieren cambios urgentes en la tarea

Según el método de RULA se evidencia un alto nivel de riesgo, a lo cual se sugiere un cambio inmediato para continuar realizando la labor.

7.5.3.2 Método rula con el dispositivo

Se llenan los datos para las posturas de las extremidades superiores

Grupo A - Extremidades superiores



Posición del brazo

Indica el ángulo de flexión del brazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El brazo está entre 20 grados de flexión y 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 21 y 45 grados de flexión o más de 20 grados de extensión.
 El brazo está entre 46 y 90 grados de flexión.
 El brazo está flexionado más de 90 grados.



El brazo está entre 20° de flexión y 20° de extensión.



El brazo está entre 21° y 45° de flexión o más de 20° de extensión.



El brazo está entre 46° y 90° de flexión.



El brazo está flexionado más de 90°.

El operario requiere de una flexión mínima para utilizar la manivela del malacate

Posición del antebrazo

Indica el ángulo de flexión del antebrazo del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El antebrazo está entre 60 y 100 grados de flexión.
 El antebrazo está flexionado por debajo de 60 grados o por encima de 100 grados.



El antebrazo está entre 60° y 100° de flexión.



El antebrazo está flexionado por debajo de 60° o por encima de 100°.

Posición de la muñeca

Indica el ángulo de flexión de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

La muñeca está en posición neutra.
 La muñeca está entre 0 y 15 grados de flexión o extensión.
 La muñeca está flexionada o extendida más de 15 grados.



La muñeca está en posición neutra.



La muñeca está entre 0 y 15° de flexión o extensión.



La muñeca está flexionada o extendida más de 15°.

Indica el ángulo de giro de la muñeca del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango medio.
- La muñeca está en posición de pronación o supinación en rango extremo.



Se procede a llenar los datos del grupo B

Grupo B - Cuello, tronco y extremidades inferiores



Posición del cuello

Indica el ángulo de flexión del cuello del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- El cuello está entre 0 y 10 grados de flexión.
- El cuello está entre 11 y 20 grados de flexión.
- El cuello está flexionado por encima de 20 grados.
- El cuello está en extensión.



Posición del tronco

Indica el ángulo de flexión del tronco del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

- Postura sentada, bien apoyado y con un ángulo tronco-caderas >90°.
- El tronco está flexionado entre 0 y 20 grados.
- El tronco está flexionado entre 21 y 60 grados.
- El tronco está flexionado más de 60 grados.



Posición de las piernas

Indica la posición de las piernas del trabajador o selecciona la imagen correspondiente

El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.
 El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.
 Los pies no están bien apoyados o el peso no está simétricamente distribuido.



El trabajador está sentado con las piernas y pies bien apoyados.



El trabajador está de pie con el peso del cuerpo distribuido en ambas piernas y espacio para cambiar de posición.



Si los pies no están bien apoyados o si el peso no está simétricamente distribuido.

Por último, se llenan los datos de la actividad muscular desarrollada.

Actividad muscular y fuerzas

Tipo de actividad muscular

Indica el tipo de actividad muscular del trabajador

Actividad estática, se mantiene durante más de un minuto seguido o es repetitiva.
 Actividad dinámica, la actividad es ocasional y no duradera.

Fuerzas ejercidas

Indica las fuerzas ejercidas por el trabajador

La carga o fuerza es menor de 2 Kg y se realiza intermitentemente.
 La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg y se realiza intermitentemente.
 La carga o fuerza está entre 2 y 10 Kg ejercida en una postura estática o requiere movimientos repetitivos.
 La carga o fuerza es mayor de 10 Kg y es aplicada intermitentemente.
 La carga o fuerza es mayor de 10 Kg y requiere una postura estática o movimientos repetitivos.
 Se producen golpes o fuerzas bruscas o repentinas.

Como el dispositivo realiza la función de mezclado de los alimentos, el operario solamente debe posicionarlo en cada marmita y posteriormente ajustar la altura del agitador por medio del malacate para luego encender la fuente motriz y darle funcionamiento a la máquina, esto hace que la actividad sea ocasional y no repetitiva.



De acuerdo al nivel de actuación 1 podemos evidenciar que las posturas realizadas con el dispositivo son de bajo riesgo para el operario y se realizan de la manera más óptima cumpliendo con el objetivo planteado.

7.6 Prueba de funcionamiento

Después de haber realizado el cálculo en cuanto al motor que se requiere para el mezclador, con base en los datos arrojados por el plato “mute”, se procede a demostrar el funcionamiento del dispositivo siguiendo los pasos en cada instructivo de operación (ANEXO D).

Por tanto, en primer lugar, se desplaza el dispositivo y se ubica al lado de la olla, para que, posteriormente, se proceda a encender el motor, bajar el agitador por medio del malacate y empezar el proceso de mezclado de los alimentos preparados en la olla.

Figura 50. Dispositivo posicionado para el proceso de mezclado



Fuente: autor del trabajo

Figura 51. Proceso de mezclado



Fuente: autor del trabajo

Al realizar la prueba de funcionamiento, se logra evidenciar que una vez encendido el motor, el cual tiene una batería y un esquema de encendido/apagado,

este transmite el torque al agitador, lo cual permite la correcta mezcla entre los alimentos.

Figura 52. Proceso de vaciado



Fuente: autor del trabajo

Al finalizar el proceso de amalgamiento, se procede a retirar el agitador de la marmita, para permitir la salida de los alimentos, por medio de la válvula acondicionada para esto, la cual se acciona manualmente.

8. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente proyecto de investigación, se arrojan las siguientes conclusiones, con base en todo el proceso realizado.

Así, en primer lugar, respecto al objetivo general, se evidencia que hubo un diseño y construcción funcional del dispositivo de mezclado y vaciado de los alimentos, el cual se adapta perfectamente a las marmitas que se encuentran en las marmitas de Bienestar Universitario de la UIS.

El artefacto creado, debido a su composición y a la optimización del trabajo, disminuye directamente el esfuerzo físico de quien opera en los procesos de cocción, pues el amalgamiento y el vaciado se hace de manera mecánica, ya que, si bien se pone en funcionamiento con ayuda del manipulador, este no ejecuta la acción de revolver, sino que enciende el artefacto para que este lo haga por sí mismo.

Con base en ello, se espera que las malas posturas y el tiempo de exposición a las altas temperaturas disminuyan, pues no es necesario realizar procesos que afecten de esta manera, cuando la máquina funciona por sí sola y realiza la misma función.

Continuando, respecto al primer objetivo específico, se demuestra en el transcurso del trabajo, que se realizó el diseño del mezclador, por medio del programa SOLIDWORKS, acorde a las dimensiones de las marmitas de la UIS y teniendo en cuenta y consideración todo lo concerniente a la seguridad de quien manipula la máquina.

Frente al segundo objetivo específico, la creación de este dispositivo y aplicación del mismo en las cocinas de B.U de la UIS, permite que los operarios manejen posturas más adecuadas, que sean de carácter natural y no les afecte en la ejecución de su trabajo.

También, con base en el tercer objetivo específico, se evidencia que la exposición al fuego se disminuye, pues al mecanismo accionarse de manera mecánica y por sí mismo, no existe la necesidad de estar cerca del lugar de cocción, situación que era constante cuando el proceso de amalgamiento y de vaciado se llevaba a cabo, a partir del uso de un cucharón.

Continuando con el cuarto objetivo específico, se puede evidenciar que el dispositivo creado es mecánico, pero su funcionamiento es automatizado. Siendo así, el manipulador lo acciona, es decir, lo enciende o apaga, pero le deja realizar la mezcla por sí solo, sin requerir de su presencia, al menos cercana, en el momento que se ejecuta la acción.

A partir de la comparación de los niveles de esfuerzo requeridos por el operario para garantizar el correcto funcionamiento del dispositivo se demostró la disminución de la intervención física por parte del operario, el cual precisaba de cambios inmediatos según el nivel de riesgo obtenido en la valoración.

Con base en lo mencionado, se responde la pregunta problematizadora, pues el cambio significativo que genera el uso del dispositivo, repercute directamente en la exposición que antes existía a las altas temperaturas o a las posturas forzadas, debido al proceso que día a día debían realizar manualmente los operarios.

Por ende, debido a la forma en que se diseñó el dispositivo, a la automaticidad que este tiene y al hecho de que solo debe ejecutarse el encendido o el apagado, el cambio es sustancial y favorecedor para los operarios, ya que el artefacto cumple con la misma función que ellos realizan de manera manual, solo que se optimiza el tiempo y se mejoran las condiciones de las personas encargadas de la cocción de los alimentos.

De esta manera se concluye la investigación, demostrando que el diseño de máquinas automatizadas, para la ejecución de actividades que ponen en riesgo físico y psicológico a quien ejecuta diariamente las tareas de cocción, dentro de una cocina que prepara alimentos en masa, pues es para una cantidad elevada de personas, es práctica y necesaria, ya que esto evita que las personas que se emplean en estas actividades, se lastimen de manera irremediable, debido a que se continúa con las mismas praxis, donde las acciones como revolver o amasar deben realizarse manualmente, por cada manipulador al que le corresponde.

9. RECOMENDACIONES

Con base en el trabajo desarrollado, se recomienda que estos procesos se apliquen para toda actividad cotidiana que, a partir de su ejecución, afecte a quienes la realizan.

También, que el diseño de los dispositivos no se adapte solo a un componente específico, sino que se busque la manera de que el artefacto creado sirva en la misma medida para cualquier lugar o situación donde se presente la dificultad, por la cual se generó la creación de este.

Por último, se debe tener en cuenta la percepción que tienen las personas que realizan las actividades, con el fin de conocer la manera real en que esto les afecta, ya que no es factible determinarlo solo con la observación, pues en estos casos, la experiencia enseña la manera en que deben realizarse los diferentes procesos.

REFERENCIAS

- "UIS", U. I. (14 de 04 de 2021). *Bienestar universitario*. Obtenido de <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/administracion/bienestarUniversitario/presentacion.jsp>
- Banrepcultural. (14 de 04 de 2021). *Marmita*. Obtenido de <https://enciclopedia.banrepcultural.org/index.php/Marmita#:~:text=Una%20marmita%20es%20una%20olla,en%20la%20industria%20qu%C3%ADmica%20farmac%C3%A9utica.>
- Bernal G, C. C. (2004). Desórdenes osteomusculares en una fábrica manufacturera del sector petroquímico. . *Ciencias de la salud.* , 33-40.
- Berruezo, C. (2014). *Representación Gráfica Tridimensional de una Batería Cústica con Posterior Ensayo de Resistencia en Parches y Platillos. Estudio Ergonómico Postural del Musico*. Almería: Universidad de Almería.
- Hernández, R. F. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill Education. Obtenido de https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf
- Lobato, C. E. (2016). *Diseño y construcción de una marmita cilíndrica con agitador y fondo esférico con temperatura de 70°*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12227/1/UPS-KT01245.pdf>
- NIOSH. (24 de 3 de 2012). Instituto Nacional para la Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH). *Datos Breves de NIOSH: Cómo prevenir los trastornos musculoesqueléticos*, 110-120.
- Ordóñez, C. H. (2021). Desórdenes músculo esqueléticos relacionados con el trabajo. *Revista Colombiana de Salud Ocupacional*, 12-18.

SensAgent. (15 de 12 de 2021). *SensAgent*. Obtenido de <http://diccionario.sensagent.com/dispositivo/es-es/>

SOLIDBI. (09 de 15 de 2021). *SOLIDBI: Inspira tu innovación*. Obtenido de <https://solid-bi.es/solidworks/>

TIMSA. (12 de 07 de 2020). *TIMSA - Técnica e Ingeniería de Mezclas*. Obtenido de <https://www.timsa.com/agitadores-industriales>

APENDICES

“Los apéndices están adjuntos y puede visualizarlos en la base de datos de la biblioteca UIS”