



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE ÁLAMO TEMAPACHE

---

## TITULACIÓN

TESIS PROFESIONAL

*“Profesionalización del calentamiento de un horno de pan artesanal, empleando la metodología DMAIC.”*

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

*Ingeniero Industrial*

**PRESENTA**

Carlos Gonzalez Guzman

**DIRECTOR DE TESIS**

M.I.I. Erasmo Lara Román

**CO- DIRECTOR DE TESIS**

Ing. Fernando Reyes Juárez

## DEDICATORIA

*A Dios por ser la luz que mis pasos guía, quien me concede este logro como resultado de mis acciones.*

*Especial dedicación para mi hermano Eduardo González Guzmán por creer en mí, darme la oportunidad de continuar con mis estudios, y estar conmigo siempre.*

*A mis padres, hermanos, hermanas y demás familiares quienes estuvieron conmigo en todo momento, motivándome a seguir adelante sin importar los obstáculos del camino, y apoyar me para culminar de manera exitosa mi carrera.*

*A mi novia por ser mi compañera incondicional, por todo el apoyo mostrado a lo largo de la carrera.*

## AGRADECIMIENTOS

*Al Mtro. Erasmo Lara Remán por su asesoría, paciencia y disponibilidad, para el correcto desarrollo de la investigación.*

*Al Ing. Fernando Reyes Juárez por su apoyo y asesoría para la realización de la investigación.*

*A la microempresa y cada uno de sus colaboradores, por brindar me el apoyo necesario para realizar el estudio.*

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación está centrado en la problemática del calentamiento de un horno de pan artesanal. Con la intención de que los fabricantes generen productos de calidad, se empleó la metodología DMAIC, así como unidades de medición en los factores que influyen en este proceso. La información recabada servirá de apoyo para los productores de pan que utilizan hornos de leña (horno moruno) como sistema de cocción.

El desarrollo se llevó a cabo mediante el uso de instrumentos de medición como lo son el termómetro y el cronometro, para la medición de la temperatura y el tiempo respectivamente, tomando en cuenta el tipo de leña que se utiliza como combustible para el calentamiento del horno, tabulando y graficando los valores encontrados. Los datos numéricos fueron interpretados mediante el uso de un software estadístico.

Se realizó una innovación al horno, colocando una puerta fija que permitiera prologar la temperatura dentro del horno. Los resultados alcanzados permiten identificar el tiempo y la temperatura que debe alcanzar el horno para realizar la cocción adecuada, y obtener productos de calidad.

**Palabras clave:** Análisis, temperatura, cocción, competencia, innovación, calidad, profesionalización.

## **ABSTRACT**

This research work is focused on the problem of heating an artisanal bread oven. Whith the intention that manufacturers generate quality products, the DMAIC methodology was used, as well as measurement units in the factors that influence this process. The information collected will serve as support for bread producers who use wood ovens (moorish oven) as a cooking system.

The development was carried out through the use of measuring instruments such as the thermometer and chronometer, for the measurement of temperature and time respectively, taking into account the type of firewood that is used as fuel for heating the oven, tabulating and graphing the values found. Numerical data were interpreted using statistical software.

An innovation was made to the oven, placing a fixed door that would allow the temperature inside the oven to be prolonged. The results achieved allow identifying the time and temperature that the oven must reach to perform the proper cooking, and obtain quality products.

**Keywords:** Analysis, temperature, cooking, competition, innovation, quality, professionalization.

# ÍNDICE TEMÁTICO

|   |           |
|---|-----------|
| RESUMEN.....  | iii       |
| ABSTRACT.....   | iv        |
| ÍNDICE DE FIGURAS.....                                      | v         |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                       | vi        |
| <b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>                                 | <b>1</b>  |
| <b>1.1 ANTECEDENTES.....</b>                                | <b>4</b>  |
| <b>1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>                  | <b>5</b>  |
| <b>1.3 JUSTIFICACION.....</b>                               | <b>6</b>  |
| <b>1.4 HIPÓTESIS.....</b>                                   | <b>7</b>  |
| <b>1.5 OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES.....</b>          | <b>7</b>  |
| 1.5.1 Objetivo general.....                                 | 7         |
| 1.5.2 Objetivos específicos.....                            | 7         |
| <b>1.6 METAS.....</b>                                       | <b>7</b>  |
| <b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>                                | <b>8</b>  |
| <b>2.1 Presentación del capítulo.....</b>                   | <b>8</b>  |
| <b>2.2 Definición del pan.....</b>                          | <b>8</b>  |
| <b>2.3 Materias primas para la elaboración del pan.....</b> | <b>9</b>  |
| 2.3.1 Harina.....   | 9         |
| 2.3.2 Agua.....   | 9         |
| 2.3.3 Sal.....  | 9         |
| 2.3.4 Azúcar.....   | 9         |
| 2.3.5 Levadura.....   | 10        |
| <b>2.4 Tipos de pan.....</b>                                | <b>10</b> |
| 2.4.1 Pan casero.....                                       | 10        |
| 2.4.2 Pan industrial.....                                   | 11        |
| <b>2.5 Metodología de las 5S.....</b>                       | <b>11</b> |
| <b>2.6 Metodología DMAIC.....</b>                           | <b>13</b> |
| 2.6.1 Ventajas de la metodología DMAIC.....                 | 14        |
| <b>2.7 Tipos de hornos de pan.....</b>                      | <b>15</b> |

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 2.7.1  | Horno de túnel .....   | 15 |
| 2.7.2  | Hornos de morunos .....  | 17 |
| 2.7.3  | Horno de solera .....  | 18 |
| 2.7.4  | Horno de radiación .....   | 19 |
| 2.8    | Medición de la temperatura .....                                     | 20 |
| 2.9    | Tipos de termómetros utilizados en la panificación .....             | 21 |
| 2.9.1  | Termómetro Edelstahl Träume .....                                    | 21 |
| 2.9.2  | Termómetro Anself F&C 2.25” .....                                    | 22 |
| 2.9.3  | Termómetro Bestomz bimetálico .....                                  | 23 |
| 2.9.4  | Termómetro Lantelme 2505 Acero inoxidable bimetálico analógico ..... | 24 |
| 2.10   | Cocimiento del pan .....   | 24 |
| 2.11   | Procesos de la elaboración del pan .....                             | 24 |
| 2.11.1 | Directo .....  | 25 |
| 2.11.2 | Mixto .....  | 25 |
| 2.11.2 | Esponja o «poolish» .....  | 25 |
| 2.12   | Seguridad al hornear .....   | 28 |
| 2.13   | Satisfacción del cliente .....                                       | 30 |
| 3.     | ESTADO DEL ARTE .....  | 31 |
| 3.1    | Presentación del capítulo .....                                      | 31 |
| 4.     | METODOLOGÍA .....  | 37 |
| 4.1    | Presentación del capítulo .....                                      | 37 |
| 4.2    | Diseño de la investigación .....                                     | 37 |
| 4.3    | Enfoque de la investigación .....                                    | 39 |
| 4.4    | Población .....  | 40 |
| 4.5    | Técnicas de investigación .....                                      | 41 |
| 4.5.1  | Muestreo probabilístico .....  | 41 |
| 4.5.2  | Entrevistas .....  | 42 |
| 4.5.3  | Encuestas y cuestionarios .....                                      | 42 |
| 4.5.4  | Observación .....  | 42 |
| 4.5.5  | Revisión de documentos .....   | 43 |
| 4.6    | Aplicación de la metodología .....                                   | 43 |
| 4.6.1  | Definir .....  | 45 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 4.6.2 | Medir .....                              | 46 |
| 4.6.3 | Analizar .....                           | 54 |
| 4.6.4 | Mejorar. ....                            | 58 |
| 4.6.5 | Controlar.....                           | 63 |
| 5.    | ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS ..... | 69 |
| 6.    | CONCLUSIONES.....                        | 72 |
| 6.1   | REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....         | 73 |



## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| <b>Figura 1:</b> Esquema de las 5S .....  | 13 |
| <b>Figura 2:</b> Horno de túnel .....   | 16 |
| <b>Figura 3:</b> Horno de moruno.....   | 17 |
| <b>Figura 4:</b> horno de solera. ....  | 18 |
| <b>Figura 5:</b> Horno de radiación. ....   | 19 |
| <b>Figura 6:</b> Termómetro Edelstahl Träume. ....  | 22 |
| <b>Figura 7:</b> Termómetro Anself F&C 2.25” .....  | 23 |
| <b>Figura 8:</b> Termómetro Bestomz bimetálico.....   | 23 |
| <b>Figura 9:</b> Termómetro Lantelme 2505 Acero inoxidable bimetálico analógico. ....           | 24 |
| <b>Figura 10:</b> Diagrama de flujo del proceso de elaboración del pan.....                     | 27 |
| <b>Figura 11:</b> Imagen satelital de la ubicación de la microempresa. ....                     | 41 |
| <b>Figura 12:</b> Diagrama de la metodología DMAIC aplicado al caso de estudio .....            | 45 |
| <b>Figura 13:</b> Imagen de la base del horno.. ....  | 47 |
| <b>Figura 14:</b> imagen del circulo de 108 cm. De diámetro sobre la base. ....                 | 48 |
| <b>Figura 15:</b> Imagen de colocación de las varillas para formar la semiesfera del horno..... | 48 |
| <b>Figura 16:</b> Área semiesférica del horno. ....   | 49 |
| <b>Figura 17:</b> Imagen detallada de las medidas del horno.....                                | 50 |
| <b>Figura 18:</b> Imagen del termómetro.....  | 51 |
| <b>Figura 19:</b> Imagen de la colocación del termómetro en la puerta del horno. ....           | 52 |
| <b>Figura 20:</b> Grafica del ascenso de la temperatura. ....                                   | 53 |
| <b>Figura 21:</b> Diagrama de operaciones para el calentamiento del horno. ....                 | 61 |
| <b>Figura 22:</b> Grafica del descenso de la temperatura en el horno. ....                      | 62 |
| <b>Figura 23:</b> Diseño de puertas para la entrada y salida del horno. ....                    | 64 |
| <b>Figura 24:</b> Diseño de la simulación de cámara o paredes protectoras. ....                 | 65 |
| <b>Figura 25:</b> grafica de la temperatura del horno con relación al tiempo del muestreo. .... | 67 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| <b>Tabla 1:</b> Etapas, objetivos, herramientas de la metodología DMAIC .....  | 14 |
| <b>Tabla 2:</b> Riesgos al hornear. ....   | 28 |
| <b>Tabla 3:</b> Datos obtenidos del muestreo. ....   | 53 |
| <b>Tabla 4:</b> Clasificación de la leña más utilizada para el calentamiento del horno.. ....                                    | 56 |
| <b>Tabla 5:</b> Sentidos más aplicados al calentar el horno.....   | 57 |
| <b>Tabla 6:</b> Simbología utilizada en el diagrama de operaciones para el calentamiento del<br>horno.....                       | 59 |
| <b>Tabla 7:</b> valores de la temperatura con relación al tiempo del calentamiento del horno. ...                                | 62 |
| <b>Tabla 8:</b> Tabla de valores de la temperatura del horno. ....   | 66 |
| <b>Tabla 9:</b> Tabla comparativa de los grados iniciales y finales del muestreo de la tabla 7 con<br>relación a la tabla 8..... | 68 |

# 1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día lograr la permanencia en el mercado, no es una tarea nada sencilla. Ante un mundo tan globalizado, las pequeñas y medianas empresas pasan a ser un punto de oscuridad ante una inmensa luz que las rodea, y día a día luchan por la permanencia y desarrollo. Las pymes luchan por la supervivencia generando estrategias que les permitan ser distintas y mejores que la competencia, así como enfocar sus objetivos en generar productos de calidad que aseguren la estabilidad y crecimiento del negocio. En principio, la calidad se define como la “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permite juzgar su valor”. Está ligada a la noción de “posesión por una cosa de la virtud de ser la mejor, entendida como un estándar absoluto”.(Sanabria Rangel, Pedro Emilio; Romero Camargo, Victoria del carmen; Flórez Lizcano, 2014).

Para cualquier empresa o negocio sin importar su giro, realizar procesos con precisión es sinónimo de permanencia y evolución en todos sus aspectos, con relación a esto se propone una investigación de tipo cuantitativa para la medición de las magnitudes que influyen en el calentamiento de un horno de pan artesanal (horno moruno).

Dentro de los alimentos que consume diariamente un mexicano, el pan es uno de los básicos en su dieta. Aunque su preparación y origen son principalmente de descendencia española y francesa, su llegada a nuestro país lo transformó en una de las delicias más accesibles y con gran variedad para acompañar el desayuno, comida, la cena o simplemente como postre. En siete estados de nuestro país se concentra poco más de la mitad de las unidades económicas que se dedican a la industria panificadora y son: el Estado de México, Veracruz, Puebla, Oaxaca, Ciudad de México, Sonora y Michoacán. (Abastur, 2019)

Un elemento fundamental para el proceso de elaboración del pan es el horno, ya que este realiza la cocción del producto. Lograr que un horno de leña mantenga una temperatura constante permitirá una cocción adecuada y como resultado se obtendrán productos de calidad. Sin embargo, en este tipo de hornos resulta todo un reto ya que existen diferentes factores que influyen en este proceso.

Cocción: su objetivo es la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, evaporación de parte del agua contenida en el pan, coagulación de las proteínas (Mesas, J. M.; Alegre, 2002). La cocción ocurre cuando la masa fermentada es introducida en el horno y esta al estar expuesta a las altas temperaturas es transformada en pan. En general y de forma tradicional, para obtener un pan bien desarrollado y con una buena corteza, se debe hornear a una mayor temperatura y a medida que avanza la cocción se debe disminuir la temperatura progresivamente.

A continuación, se presenta la importancia de la temperatura durante el horneado: Para que una masa cruda de harina se cueza y llegue a generar gases en su interior, la temperatura ideal y tradicional de cocer el pan debe ser de unos 180-220 °C en hornos domésticos. Esta temperatura permite acelerar al máximo la expansión interna permitiendo que el pan se desarrolle bien y genere una corteza gruesa y una buena miga. Es necesario aportar una temperatura elevada, sobre todo el principio, que a medida que avanza el horneado se irá disminuyendo. Si el pan se hornea a una temperatura superior a 200 °C se pueden formar compuestos cancerígenos en la corteza. La temperatura que debe alcanzar el interior del pan para estar bien cocido es de 82-99°C (Lirola, 2018).

El reto al usar un horno de moruno es mantener una temperatura estable y constante dentro del horno, ya que estos al depender solo de un fuego inicial la temperatura va disminuyendo de manera considerable al paso de los minutos. Por lo tanto, existen diversas estrategias que los productores dedicados a la panificación deben implementar diversas estrategias que permitan la utilización de este tipo de hornos en su máxima expresión, logrando la obtención de productos de calidad.

La estrategia es el objetivo de la actividad que realiza la dirección de la empresa, que debe perseguir que su organización, funcione de manera eficiente, y la mejor manera de que esto ocurra es que no existan conflictos en la misma. (Mercadeo., n.d.). La mejor estrategia que una organización puede implementar en su proceso, sin importar su enfoque, ni el tamaño de la misma, es la aplicación de una metodología. Una metodología es aquella que nos proporciona un conjunto de pasos a seguir para cumplir con un fin u objetivo. El

uso de una metodología permite reducir errores en el proceso, minimizar los tiempos de espera, generar productos de calidad, y por consecuencia la satisfacción del cliente.

Aplicar una metodología para el calentamiento del horno de pan artesanal (horno de moruno) le permitirá a la organización realizar esta actividad de manera efectiva y acertada, sin importar que la realice una persona con o sin experiencia en esta labor, ya que todo será establecido por una serie de pasos los cuales eliminarán errores desde el encendido del horno, hasta lograr la prolongación de la temperatura dentro del horno, observando las variables que se encuentran presentes en esta actividad. La finalidad del uso de una metodología en un proceso tiene como objetivo la calidad total, que dará como resultado la aceptación de los productos en los consumidores y, por lo tanto, la permanencia de la empresa u organización en el mercado.

## 1.1 ANTECEDENTES

El descubrimiento de los cereales supuso un importante avance, ya que las semillas podían ser cultivadas, cosechadas y guardadas para alimentarse de ellas y, al disponer de una reserva de alimentos, los pueblos nómadas pudieron asentarse en comunidades y tener tiempo para tener una vida más sociable. Las artes de la civilización comienzan con el cultivo de los cereales por el hombre neolítico. Por tanto, la utilización de los cereales no solo tuvo importancia desde el punto de vista nutritivo, sino también social. En el paleolítico el hombre aplastaba el trigo entre rocas o piedras para obtener harina. Este método fue perfeccionado con la introducción del molino de mano sobre una piedra ahuecada, alrededor del año 4 000 a.C. Estas piedras son las primeras señales de las técnicas de pulverización que iban a seguir (*Moreiras., 1991*).

En el antiguo Egipto (300 a.C.), los pobladores desarrollaron la técnica de cultivo del trigo a lo largo del valle fértil del río Nilo. Los egipcios obtenían la harina machacando el trigo con piedras planas, así conseguían una papilla, que permitía elaborar panes y chatos en forma de galletas. Ellos también descubrieron la fermentación y fueron los primeros en cocinar panes levados. Mezclaban el trigo machacado con el agua y preparaban de esta manera la masa, mezclándola con masa preparada el día anterior para permitir la fermentación. Inventaron además el primer horno para cocinar (*Vargas, 2003*).

Los hornos de leña tienen una apasionante y curiosa evolución, la cual ha acompañado, a la par, en la misma evolución del ser humano como hombre. Con lo que hoy conocemos, se podría decir, que el horno de leña tiene sus orígenes en el año 30,000 a.C, cuando el hombre descubrió el fuego y tenían que ingeniárselas para cocinar la carne que habían cazado. Esta primera forma de cocinar, se realizaba mediante la creación de un agujero en el suelo, donde se añadía la leña y se encendía el fuego. Para introducir los alimentos. Algo muy parecido al procedimiento tradicional de hoy en día, con nuestros populares hornos de leña (*Leña.com, 2020*).

## 1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

De acuerdo con la Cámara Nacional de la Industria Panificadora (CANAINPA), el consumo per cápita anual de pan es de 33.5 kgs, de los cuales el 70% y 75% corresponden a pan blanco, y el restante 30% o 25%, respectivamente, a pan dulce, galletas y pasteles. *(Secretaría de Economía, 2017)*

Aun cuando el 63.4% de los mexicanos señaló que durante el confinamiento algún miembro del hogar tuvo una disminución en sus ingresos económicos, el consumo de pan y tortilla resistió e incluso creció en 0.3% en 2020 su aportación al PIB nacional respecto al año anterior para quedar en 13 mil 500 millones de dólares su aportación a dicho indicador. *(Fortuna, 2021)*

Actualmente existen microempresas agroindustriales dedicadas a la producción del pan artesanal enfocados a otorgar sus productos con la mejor calidad, sin embargo, ante una endeble profesionalización en su proceso, se encuentran en una posición crítica ante la competencia de un mercado cada vez más exigente.

Desde otro punto de vista, la producción de pan artesanal continua en aumento, en sus diferentes presentaciones que han trascendido por varias generaciones, ante una competencia cada vez más violenta y amenazadora, con consumidores de alta exigencia en la adquisición de un producto, por lo cual, se realizara un estudio del calentamiento del horno casero , donde se lleva a cabo la cocción del pan artesanal, implementando la metodología DMAIC, con la finalidad de determinar la temperatura adecuada para la producción.

### 1.3 JUSTIFICACION

El pan es parte fundamental de la dieta normal de los mexicanos, es un alimento que se ingiere todo el año y los panaderos ven como incrementan sus ventas de manera importante. (Rosa, 2017) En el presente documento se realiza una indagación de los factores que influyen en el calentamiento del horno para la producción del pan artesanal, con esto se pretende identificar la temperatura adecuada, con la cual la productividad se realice de una manera efectiva, puesto que, los productores muestran cierto descontento en sus niveles de efectividad, observando perdidas económicas y una baja satisfacción en sus consumidores.

La industria se divide en dos bloques: tradicional e industrial, donde el primero posee el 80 por ciento y el segundo 20 por ciento. (Rosa, 2017) Ante un mundo tan competitivo como lo es el actual, los productores generan estrategias para la mejora continua en su proceso.

Por otra parte, la satisfacción del cliente es esencial para asegurar la permanencia en el mercado, donde la exigencia de los consumidores es aún mayor al pasar de los años, es por ello que se plantea una estandarización que permita alcanzar niveles de profesionalización, con la cual producir lo ideal para el mercado.

Por último, la participación de las pequeñas microempresas generadoras de empleo, contribuyen a la economía en los hogares mexicanos, impulsando el emprendedurismo, y la transformación en busca de una diversidad de productos. El fenómeno emprendimiento puede definirse, dentro de las múltiples acepciones que existen del mismo, como el desarrollo de un proyecto que persigue un determinado fin económico, político o social, entre otros, y que posee ciertas características, principalmente que tiene una cuota de incertidumbre y de innovación (Formichella, 2004)



## **1.4 HIPÓTESIS**

**H<sub>0</sub>** – Se pretende mejorar el proceso del calentamiento del horno de pan artesanal, aplicando metodologías e instrumentos de medición.

## **1.5 OBJETIVOS GENERALES Y PARTICULARES**

### **1.5.1 Objetivo general.**

- Analizar, definir y mejorar el proceso del calentamiento del horno, en una microempresa dedicada a la producción de pan, utilizando la metodología DMAIC.

### **1.5.2 Objetivos específicos.**

- Analizar los factores que influyen en el calentamiento del horno.
- Aplicar la metodología DMAIC, como estrategia para la mejora del proceso.
- Utilizar instrumentos de medición para estandarizar el proceso.
- Diseñar un diagrama de operaciones que lograr un procedimiento uniforme.

## **1.6 METAS**

El presente trabajo de investigación está enfocado en el calentamiento del horno de pan artesanal (horno de moruno), el cual busca estandarizar el proceso aplicando estrategias como el uso de la metodología DMAIC, y uso de diagramas que permitan mejorar el proceso, para que la microempresa dedicada a la producción de pan artesanal genere productos de calidad y como consecuencia obtenga la permanencia en el mercado.

## **2. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Presentación del capítulo**

En la actualidad las pequeñas y medianas empresas productoras en nuestro país, forman parte importante para la economía, aunque lograr la permanencia en el mercado se deriva de la aceptación de los productos que estas ofrecen, los directivos deben considerar muchos elementos los cuales logren la satisfacción del cliente. La generación de estrategias que permita trabajar con bajo presupuesto y aumentar la producción, ofreciendo productos de la mejor calidad, tendrá como consecuencia el crecimiento de la empresa y como tal el aumento en las ganancias. El presente capítulo describe los conceptos aplicables para el desarrollo de la presente investigación, realizando el estudio pertinente para alcanzar la temperatura adecuada que le permita al productor generar productos de calidad y lograr la satisfacción del cliente.

### **2.2 Definición del pan**

El pan fue inventado por los egipcios y a México llegó cuando los españoles introdujeron el trigo, que luego cultivaron los indígenas, que en la actualidad representa un alimento básico en la dieta de los mexicanos. El pan es un alimento ligado a las festividades locales, además de las fiestas tradicionales (*Día de muertos, Reyes o Navidad*). (NOTIMEX, 2016)

El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias de la fermentación panaria, como *saccharomyces cerevisiae*. (Mesas, J. M.; Alegre, 2002)

El pan es uno de los productos de mayor consumo en el mundo, la industria de alimentos está en una búsqueda constante de materias primas, ya que el consumidor busca alimentos saludables y con menos aditivos de origen químico, no siendo la industria de la panificación la excepción. (Vega, 2015)

## **2.3 Materias primas para la elaboración del pan**

Las materias primas utilizadas en la elaboración del pan son:

### **2.3.1 Harina**

La denominación harina, sin otro calificativo, designa exclusivamente el producto obtenido de la molienda del endospermo del grano de trigo limpio. Si se trata de otros granos de cereales o de leguminosas hay que indicarlo, por ejemplo: harina de maíz, harina de cebada etc. *(Mesas, J. M.; Alegre, 2002)*

### **2.3.2 Agua**

El agua es responsable de activar las reacciones químicas que suceden en la masa, siendo las más interesantes a nivel de masa: la hidratación de almidón, la disolución y la distribución de los ingredientes, favorecer el proceso enzimático y regular la fermentación. *(Rodríguez, 2017)*

### **2.3.3 Sal**

Aumenta la conservación del pan. La sal en el pan tiene la capacidad de aumentar la retención de humedad de la miga, prologándose la conservación del pan. *(Tejero, 2021)*

### **2.3.4 Azúcar**

El azúcar es usado en la panificación por diversas razones, las principales son: es un alimento de la levadura, contribuye al ablandamiento inicial de la mezcla, aumenta la tolerancia de la fermentación, determina la temperatura del horneado, da color al pan al caramelizarse en la corteza durante la cocción. *(Roldón, 2021)*

### **2.3.5 Levadura**

La levadura es un ingrediente fundamental en el proceso de elaboración del pan ya que realiza la fermentación. Se conoce como levadura o fermento cualquiera de los diversos organismos unicelulares eucariotas, clasificados como hongos, o sea, la levadura se compone de organismos vivos microscópicos. La levadura es capaz de descomponer la materia orgánica generando nuevos elementos como dióxido de carbono CO<sub>2</sub> o alcoholes en un proceso llamado fermentación. *(Maria Jose Casañ, 2016)*

#### **Tipos de levaduras utilizados en panificación**

Levadura natural o levadura de masa: se preparan a partir de la microbiota de la propia harina. Para ello, en 3 o 4 etapas sucesivas, se mezclan harina y agua, se amasa y se deja reposar la masa para que fermente de modo espontáneo. En la actualidad es muy poco utilizado este tipo de levadura dado que la utilización de esta le proporciona un sabor agrídulce al pan y a los clientes actuales no parece agradecerles. *(Mesas, J. M.; Alegre, 2002)*

Levadura comercial o levadura de panadería: se prepara industrialmente a partir de cultivos puros generalmente de *Saccharomyces cerevisiae*. Se comercializa en distintas formas: prensada, líquida, deshidratada activa o instantánea, en escamas. Tiene aplicación en todos los sistemas actuales de elaboración del pan. *(Mesas, J. M.; Alegre, 2002)*

Levaduras químicas o impulsores de masas: son aditivos gasificantes que básicamente consisten en la mezcla de un ácido y un compuesto alcalino que con el amasado y calor de la cocción reaccionan generando CO<sub>2</sub>. Su aplicación real corresponde más a la pastelería que a la panificación. *(Mesas, J. M.; Alegre, 2002)*

## **2.4 Tipos de pan**

### **2.4.1 Pan casero**

El pan artesanal se elabora cada día con ingredientes naturales (harina, agua, sal y levadura o masa madre). En el pan artesano se amasa con las manos, se respeta el tiempo de

fermentación y reposo y después se Hornea. Este proceso tarda alrededor de 6 horas. El pan artesanal es digerible, sano y saludable.*(Europam, 2019)*

#### **2.4.2 Pan industrial**

La industrialización de este producto esencial ha creado el monstruo culinario del pan pre congelado, bajo el afán de producir más en menos tiempo y que dure más, ha llevado a eliminar la masa madre de los ingredientes y a sumarle a la receta inicial aditivos que, en algunos casos, están relacionados con el desarrollo de enfermedades como el colesterol. El objetivo del negocio industrial del pan era lograr que se multiplicasen los puntos de venta, y en ese esquema de producir más a menor coste no entraban las tradiciones tahonas, que seguían mezclando harina, agua y sal y dejaban hornear el tiempo necesario.*(Gamaza, 2020)*

El pan pre cocido se congela poco después de la fermentación y necesita más agua para su amasado porque la masa tiene dos cocciones. La harina usada es más fuerte que en el pan artesano y no se usa masa madre que es el cultivo de levadura salvaje, que contiene agua y azúcar, si no levadura de panadero que acelera el proceso y evita las fermentaciones que si tiene el pan artesano. A diferencia del pan artesanal, el pan industrial se le añaden ingredientes extras, el primero de todo el ácido ascórbico, necesario para que el pan soporte la pre congelación; blanquetes para la harina, oxidantes, emulgentes, anti fúngicos para evitar la aparición de moho, anti apelmazantes para alargar la vida del pan congelado.*(Gamaza, 2020)*

Calidad es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles; solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagara; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente. *(Duque Oliva, 2005)*

#### **2.5 Metodología de las 5S**

La calidad es una filosofía de gestión la cual se integra en tres elementos principales 1) Mejoramiento continuo, 2) Ingeniería de calidad, y 3) Administración de calidad. Estos

tres elementos establecen un equilibrio dinámico en el modelo de gestión de calidad adoptado por organizaciones, y la hipótesis radica que el modelo de calidad no puede ser viable u ofrecer resultados si se carece de alguno de los elementos. Las 5S's es un concepto original desarrollado al inicio del movimiento de calidad en Japón después de la II Guerra Mundial, documentado y publicado al inicio de los 80's en Japón, es una técnica que comprende una serie de actividades que nos ayudan a mantener ambientes de trabajo limpios, ordenados, productivos y seguros. Toma su nombre por sus siglas de cinco palabras en japonés: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke dadas a conocer en occidente al inicio de los 90's con un enfoque inicial a las áreas de manufactura. Sus equivalentes en ingles 5C's Clear out, Configure, Clean and check, Conformity, Custom and practice.(Álvarez, Dr. Jesus Gerardo Cruz, 2009)

Las 5'S nos permiten mantener el área de trabajo organizada, ordenada, limpia, estandarizada y con disciplina, una vez implementado el proceso de las 5'S eleva la moral, impresiones positivas en los clientes y aumenta la eficiencia en la organización. (Nava Martinez, Irais, Leon Acevedo, Miguel Angel, Toledo Herrera, Ignacio Y Kido miranda, 2017)

Jara, (2017) dice que el programa de las 5Ss, se compone por medio del desarrollo de las siguientes etapas:

- SEIRI (Seleccionar). Retirar los artículos que no se necesitan en el área de trabajo y deshacerse de ellos.
- SEITON (Organizar). Ordenar los artículos necesarios, estableciendo lugares específicos, de modo que se puedan ubicar y utilizar fácilmente.
- SEISO (Limpiar). Eliminar la suciedad y mantener el área de trabajo limpio de tal manera no hay polvo en los pisos, máquinas y equipos.
- SHITSUKE (Disciplina y Habito). Entrenar al personal para que las actividades de las 5Ss, se conviertan en un hábito, manteniendo correctamente los procesos generados por el compromiso de todo el personal.



**Figura 1:** Esquema de las 5S, fuente: (Jara, 2017)

## 2.6 Metodología DMAIC

En años recientes los conceptos de Seis Sigma junto con su metodología DMAIC se han convertido en la forma estándar de resolver problemas operacionales y de diseño tanto en la manufactura como en los sistemas de servicio. Para mejorar la calidad de un sistema de manufactura o servicio es necesario utilizar un enfoque formal al análisis de desempeño del sistema y a la búsqueda de formas de mejorar dicho desempeño. El DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es la metodología de mejora de procesos usado por Seis Sigma, y es un método iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis, la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada (*Jared R. Ocampo, 2012*).

Seis Sigma es una filosofía relativamente nueva apareciendo en los años 80 del siglo XX. Es una estrategia sistemática y bien estructurada que permite la generación de productos y servicios cada vez más eficientes. Desde su creación la metodología Seis Sigma ha sido ampliamente utilizada para reducir la variabilidad e incrementar la calidad y productividad de las empresas que la aplican. La misma se ha considerado por diferentes autores como filosofía, metodología, meta, herramienta, métrica, que utiliza datos y herramientas estadísticas para evaluar y mejorar los procesos con el objetivo de satisfacer al cliente y, por ende, elevar las utilidades de una organización. El éxito de seis sigmas radica

en la mejora del rendimiento de los procesos y en el aumento de la satisfacción de los clientes.(Garza et al., 2016)

En la actualidad existen diversas metodologías de mejoras entre las que se encuentran Seis Sigma que propone aplicar un método de investigación para los procesos que agregan valor para el cliente y desarrollar acciones o proyectos que permitan elevar la satisfacción de este, utilizando para ello métodos estadísticos que garantizan fundamentar las decisiones basadas en datos, convirtiéndose así en una plataforma que permite mejorar la competitividad de las organizaciones.(Garza et al., 2016)

### 2.6.1 Ventajas de la metodología DMAIC

La metodología Seis Sigma permite identificar la capacidad de los procesos para reducir los defectos por millón de los mismos. Dicha metodología es un proceso interactivo que sigue un formato estructurado y disciplinado, la realización de experimentos y su consecuente evaluación.(Garza et al., 2016)

Dicho en pocas palabras, es un método basado en datos para llevar la calidad hasta niveles próximos a la perfección; es diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. Específicamente, se trata de un esfuerzo disciplinado para examinar los procesos repetitivos de las empresas.(Gestiopolis, 2020)

**Tabla 1:** Etapas, objetivos, herramientas de la metodología DMAIC. Fuente:(Garza et al., 2016)

| Etapas  | Objetivos   | Herramientas   |
|---------|---|--|
| Definir | Identificar aspectos claves de la organización, definir clientes, sus requisitos y los procesos claves que pueden afectar a los clientes, decir identificar posibles proyectos de mejora. | Diagrama Pareto, diagrama de flujo de procesos, histograma, oz del cliente, lluvia de ideas, árbol crítico de la calidad, entre otras. |
| Medir   | Identificar las causas claves del problema para   | Diagrama entrada-proceso-  |



|           |   |  |
|-----------|---|--|
|           | la recogida de datos en el proceso objeto de estudio.   | salida, análisis de la capacidad de procesos, gráfico de control.  |
| Analizar  | Analizar los datos (procesarlos) recogidos, para determinar cuáles son las causas del mal funcionamiento de los procesos. | Diagrama de causa y efecto, matriz de relación, correlación y regresión, análisis de varianza, muestreo. |
| Mejorar   | Generar posibles soluciones al problema detectado e implementar las más convenientes.                                     | Técnicas analíticas, pruebas piloto.   |
| Controlar | Establecer un plan de controles que garanticen que la mejora alcanzara el nivel deseado.                                  | Planes de control, gráficos de control, capacidad de proceso.  |

## 2.7 Tipos de hornos de pan

### 2.7.1 Horno de túnel

Son hornos aplicados a grandes producciones y en producciones automáticas en continuo con sistemas de gran rendimiento. Está basado en una continuidad de cocción por donde el pan recibiendo calor durante todo su recorrido y es de ahí donde le viene el nombre de túnel. Su mayor ventaja es su versatilidad para conseguir distintas temperaturas según la etapa de su cocción. Si su calentamiento es de convección forzada, el aire que hay que calentar se desliza por las paredes exteriores de la cámara, tomando su calor de las paredes. Pero si es de calor eléctrico, se separan las secciones de calentamiento con resistencias en la solera y en el techo. La forma de deslizar los panes tiene varias maneras. *(Leaño, 2018)*



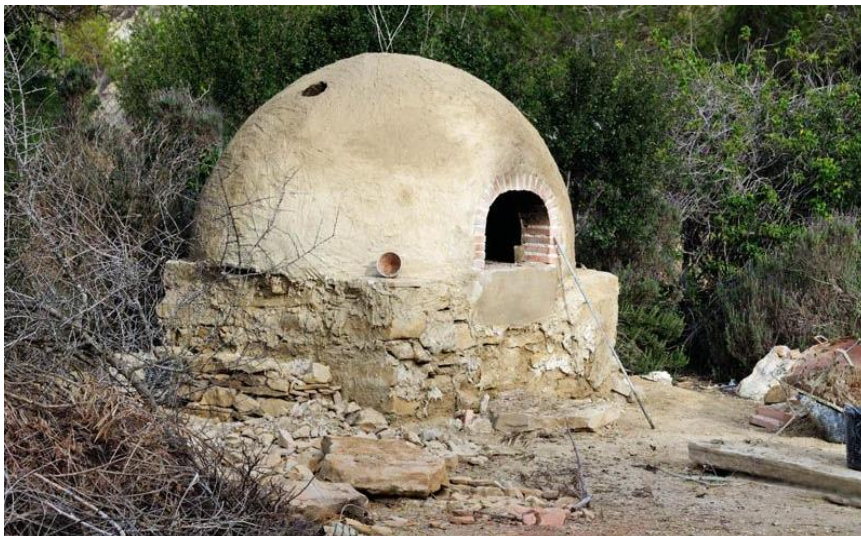
**Figura 2:** Horno de túnel. Fuente: (Alibaba, 2021)

#### Propiedades mecánicas:

1. Incorpora una plataforma de calentamiento especialmente diseñada para garantizar una distribución uniforme de la temperatura dentro del horno de túnel. El puerto de ventilación de esta máquina se puede ajustar para satisfacer los requisitos de los diferentes tipos de alimentos en distintas estaciones.
2. Para proporcionar un buen ambiente de trabajo, a la salida del producto lleva instalado un ventilador para absorber el aire caliente y el humo.
3. La máquina está equipada con una cadena transportadora silenciosa y autoengrasante para la vida útil del horno y el transporte estable de los alimentos.
4. Cuenta con dos aislamientos térmicos. El aislamiento hueco adicional reducirá la pérdida de calor. El algodón de aislamiento térmico dentro de la máquina está bien sellado.
5. La placa de aluminio importadora para la cámara del horno cumple con la normatividad nacional de maquinaria alimenticia. El material es limpio con una buena reacción térmica. El material seccional del horno de túnel cumple con los estándares nacionales. Gracias a que el material tiene una resistencia, el marco no se deformara fácilmente. El diseño externo del producto este fabricado en acero inoxidable, por lo que el producto tiene un diseño externo elegante. (SOUTHSTAR, n.d.)

### 2.7.2 Hornos de morunos

Son hornos muy antiguos que normalmente se fabrican de mampostería, con piedra refractaria en el suelo. El trabajo se realiza a pala para cargar y descargar. Su forma varía según su época de construcción y los más vistos son redondos. La transmisión de calor es provocada por leña o carbón en su interior. Aunque los profesionales antiguos defienden la calidad del pan que con estos hornos se obtenía, hay que reconocer que su trabajo era grande para el operario. Los controles temperatura se hacían a base de pirómetros de caña que no siempre había y el vapor de agua a base de recipientes metálicos dentro del horno hasta que se evaporaba. Se buscaba el calentamiento paralelo de la bóveda y el suelo del horno. (Leaño, 2018)



**Figura 3:** Horno de moruno. Fuente: (Robledo, 2014)

El horno consiste en una base cilíndrica de adobe rellena de tierra con la superficie superior alisada o con una capa de ladrillos refractantes, que tiene una ligera inclinación desde el fondo hasta la boca, para facilitar su limpieza. Sobre esta base, en la que se colocaba la leña y el pan, levantaban unas paredes, también de adobes, que, en su parte alta, se inclinaban hacia el interior para converger en el centro formando así una semiesfera. Las paredes son gruesas para dificultar la pérdida de calor; tiene a nivel de la superficie de

cocción, la boca de forma rectangular, con el lado superior formando, generalmente, un arco; por ella se introducía en la cámara la leña y el pan; cuando el horno se encuentra en funcionamiento se tapa con una chapa metálica que lleva un asa para su manejo y una mirilla para observar el proceso de cocción, sin tener que abrir con el consiguiente enfriamiento; también tiene una abertura para la salida de humo. Para su funcionamiento se quemaba leña y cuando se consideraba que estaba caldeado se barría y se introducía el pan (Várez, n.d.).

### 2.7.3 Horno de solera

Es quizá la versión moderna del horno moruno, pero con grandes cambios donde se hace circular el aire contaminado por el exterior de la cámara, lógicamente si es fuego indirecto; evitando la impregnación de malos olores a las piezas del pan (Leaño, 2018).



**Figura 4:** horno de solera. Fuente: (Panimatic, n.d.)

Es un tipo de horno en el que el pan se cuece, principalmente, con el calor precedente del suelo del horno o solera. Antiguamente, estos hornos utilizaban la leña como combustible para calentar el suelo. Sin embargo, la dificultad para controlar y estabilizar la temperatura del horno hizo que poco a poco la leña fuera sustituida por gas o electricidad.

En todos los casos, el principio es el mismo, el suelo caliente transmite el calor a la base del pan que se desarrolla ganando volumen y esponjosidad, y consiguiendo una corteza crujiente. Además de horno de solera, este tipo de horno también se conoce como horno de pisos u horno refractario (*Panishop, 2020*).

#### **2.7.4 Horno de radiación**

Utiliza una tecnología térmica que permite la circulación eficiente del aceite calentado por gas o energía eléctrica por cada uno de sus pisos. El calor generado es homogéneo por lo que cada alimento se horneara de manera total y uniforme. Su forma es bastante similar al horno de pisos, solo que, a diferencia de este último, su temperatura ronda los 280 °C (*Fibraclim, n.d.*).



**Figura 5:** Horno de radiación. Fuente: (Grupo prat gouet, 2018)

Horno con tecnología patentada que combina las ventajas de la cocción por radiación con el uso de un carro de charolas. Es ideal para obtener un pan de corteza crujiente con el aroma, sabor y textura de un pan artesanal, logrando una versatilidad en la producción (*Europan, n.d.*).

### **Beneficios de equipo:**

1. Máxima calidad de cocción en la mitad del espacio que utiliza un horno de columpio.
2. Ahorros de energía de hasta 40%.
3. Aumenta la vida del producto en el anaquel.

### **Otras características del equipo:**

1. Horno de gas con carro de charolas no giratorio.
2. Utiliza cocción por radiación sin aire por lo que reseca menos el pan que con cualquier otro modelo de horno.
3. Potencia térmica que ayuda a que la pérdida de calor sea mínima.
4. Aceite térmico sin cambio durante toda la vida del horno.
5. Panel de control digital con diferentes programas.
6. Cuenta con radiadores en cada piso y un radiador adicional en la vaporera.

## **2.8 Medición de la temperatura**

La temperatura es una de las variables más usadas en los más variados sectores de la industria de control de procesos y se trata de una grandeza básica para la medición y control de flujo, densidad, etc. La creación de diversas escalas trajo la necesidad de definición de las curvas de sensores y sus puntos de calibración. Actualmente las escalas más utilizadas son Celsius y Fahrenheit. Kelvin y Rankine se utilizan más por científicos e ingenieros (*Company, 2021*).

Varios estándares y normas se utilizan en la medición de temperatura según los países y regiones: ANSI (EEUU), DIN (Alemania), JIS (Japón), BS (Gran Bretaña), etc. En esta evolución, los transmisores de temperatura son muy importantes en el área de automatización y control de procesos en conjunto con gran variedad de sensores ellos contribuyen a la mejoría constante en los procesos y la calidad final de los productos (*Company, 2021*).

El proceso de horneado en la industria del pan y de la confitería es un paso clave en el procesamiento de alimentos, siendo la apariencia, el aroma, el sabor, la textura y por su puesto la seguridad, lo que hacen que el producto final adquiera las características primordiales para una experiencia alimenticia idónea (*Instruments, 2021*).

Para llevar a cabo un control del proceso de horneado y verificar que el producto se está cocinando a la temperatura correcta para cumplir con los estándares de calidad, es necesario utilizar el Sistema de Perfilado Térmico Datapaq Food Tracker, con el que se realiza un monitoreo antes, durante y después del proceso de horneado para que el producto cocinado quede registrado en todas sus fases y puedan analizarlo como corresponde (*Instruments, 2021*).

## **2.9 Tipos de termómetros utilizados en la panificación**

Uno de los factores críticos para controlar las bacterias en los alimentos es controlando la temperatura (*Term & Electrodom, n.d.*). La temperatura del horno es un elemento clave en la elaboración del pan y, por ello, debemos tener mucho cuidado, porque si es excesiva o demasiado baja, el resultado final de nuestro alimento será lamentable y poco apetitoso. Hornear el pan a una temperatura demasiado alta provocara que no se transmita bien el calor al interior, además de tostar excesivamente la corteza; por otro lado, si se hace el pan a una temperatura muy baja durante poco tiempo, este quedara poco hecho, húmedo e incomible. Y por eso es importante conocer la temperatura del horno para hacer pan (*Fibraclim, 2020*).

### **2.9.1 Termómetro Edelstahl Träume**

Edelstahl Träume es un termómetro analógico bimetálico para medir la temperatura de hornos de leña. Tiene un tamaño aproximado de 62 mm y una longitud del eje de 200 mm. En lo que se refiere a la visión tiene un rango de 0 a 500 °C y a su vez posee un cono ajustable con el que se puede fijar el hilo de cobre de 6-8 mm. Los materiales que se utilizaron para elaborar este termómetro fueron el acero inoxidable y el vidrio poliestireno.

El instrumento que se utiliza para realizar la conexión es un tubo de inmersión elaborado en acero inoxidable, mientras que el elemento de medición es una bobina bimetálica (*Esenziale, n.d.*).



**Figura 6:** Termómetro Edelstahl Träume. Fuente: (*Esenziale, n.d.*)

### **2.9.2 Termómetro Anself F&C 2.25”**

Anself F&C 2.25” es un medidor de temperatura para hornos de leña bastante preciso que posee el vidrio anti-niebla, lo que significa que su visión es prácticamente perfecta porque se lee con mucha facilidad a través de la esfera y sin riesgo de que se empañe. Para el montaje trae incluido un tornillo de rosca y una tuerca de mariposa para apretarlo muy bien y no se caiga. En lo que se refiere a la base del tallo se caracteriza por no ser puntiaguda en comparación con otros modelos similares. Este termómetro puede ser utilizado para medir la temperatura de diferentes tipos de maquinaria, ya sea para hornos de leña como se mencionó al inicio o para la industria química, textil, medicina, ligera, etc., pues se adapta fácilmente a los diversos entornos (*Esenziale, n.d.*).





**Figura 7:** Termómetro Anself F&C 2.25". Fuente: (Esenziale, n.d.)

### 2.9.3 Termómetro Bestomz bimetálico

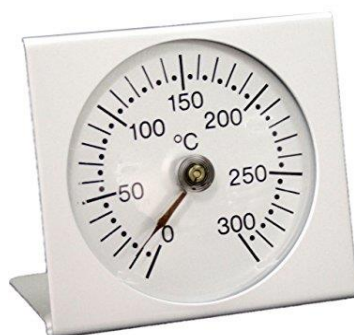
El termómetro Bestomz bimetálico es uno de los más utilizados para medir la temperatura de horno de leña, el mismo es muy fácil de instalar y utilizar, pues solo basta con instalar el vástago a través del agujero que se encuentra en el horno y luego apretar con la tuerca. Este termómetro es capaz de realizar las mediciones entre 60 y 430 °C, lo que significa en grados Fahrenheit que llega 100° a 800°F en la temperatura de cocción (Esenziale, n.d.).



**Figura 8:** Termómetro Bestomz bimetálico. Fuente: (Esenziale, n.d.)

#### 2.9.4 Termómetro Lantelme 2505 Acero inoxidable bimetálico analógico

Lantelme 2505 Acero inoxidable bimetálico analógico es un termómetro analógico para horno de leña elaborado en acero inoxidable bimetálico, el cual es capaz de mostrar una temperatura hasta los 300 °C. Posee unas dimensiones aproximadas de 7,5 x 7 x 4 cm, lo que lo convierte en un equipo bastante liviano, útil y fácil de manejar (*Esenziale, n.d.*).



**Figura 9:** Termómetro Lantelme 2505 Acero inoxidable bimetálico analógico. Fuente: (*Esenziale, n.d.*)

#### 2.10 Cocimiento del pan

Es la fase que cierra el ciclo del proceso de elaboración del pan y se considera una de las etapas claves, ya que una buena cocción obtendremos un pan con un conjunto de cualidades organolépticas que difieran su calidad final. Una cocción mal regulada o llevada a cabo en condiciones desfavorables de temperatura, tiempo y humedad puede echar a perder todo el trabajo que meticulosamente antes se había realizado. La cocción transforma la masa fermentada en pan y es a partir de ahí cuando este alimento se convierte en dirigible por el cuerpo humano. La cocción del pan resulta del intercambio calorífico entre el calor del horno y la masa. (*Conty, n.d.*)

#### 2.11 Procesos de la elaboración del pan

Existen tres sistemas generales de elaboración de pan que vienen determinados principalmente por el tipo de levadura utilizado son los siguientes:

### 2.11.1 Directo

Es el menos frecuente y se caracteriza por utilizar exclusivamente levadura comercial. Requiere un periodo de reposo de la masa de unos 45 minutos antes de la división de la misma. No es útil en procesos mecanizados con división automática volumétrica. (Mesas, J. M.; Alegre, 2002)

### 2.11.2 Mixto

Es el sistema más frecuente en la elaboración de pan común. Utiliza simultáneamente masa madre (levadura natural) y levadura comercial. Requiere un reposo previo a la división de la masa de sólo 10–20 minutos. Es el más recomendable cuando la división de la masa se hace por medio de divisora volumétrica (Mesas, J. M.; Alegre, 2002).

### 2.11.2 Esponja o «poolish»

Es el sistema universalmente empleado en la elaboración de pan francés y sobre todo en la de pan de molde. Consiste en elaborar una masa líquida (esponja) con el 30 – 40% del total de la harina, la totalidad de la levadura (comercial) y tantos litros de agua como kilos de harina. Se deja reposar unas horas, se incorpora el resto de la harina y del agua y a partir de ahí se procede como en el método directo (Mesas, J. M.; Alegre, 2002).

Con las particularidades propias de cada sistema de elaboración y de cada tipo de pan, el proceso de elaboración consta de las siguientes etapas:

**Amasado:** Sus objetivos son lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, las características plásticas de la masa, así como su perfecta oxigenación. El amasado se realiza en máquinas denominadas amasadoras, que constan de una artesa móvil donde se colocan los ingredientes y de un elemento amasador cuyo diseño determina en cierto modo los distintos tipos de amasadoras, siendo las de brazos de movimientos variados (sistema Artofex) y las espirales (brazo único en forma de «rabo de cerdo») las más comúnmente utilizadas en la actualidad (Mesas, J. M.; Alegre, 2002).

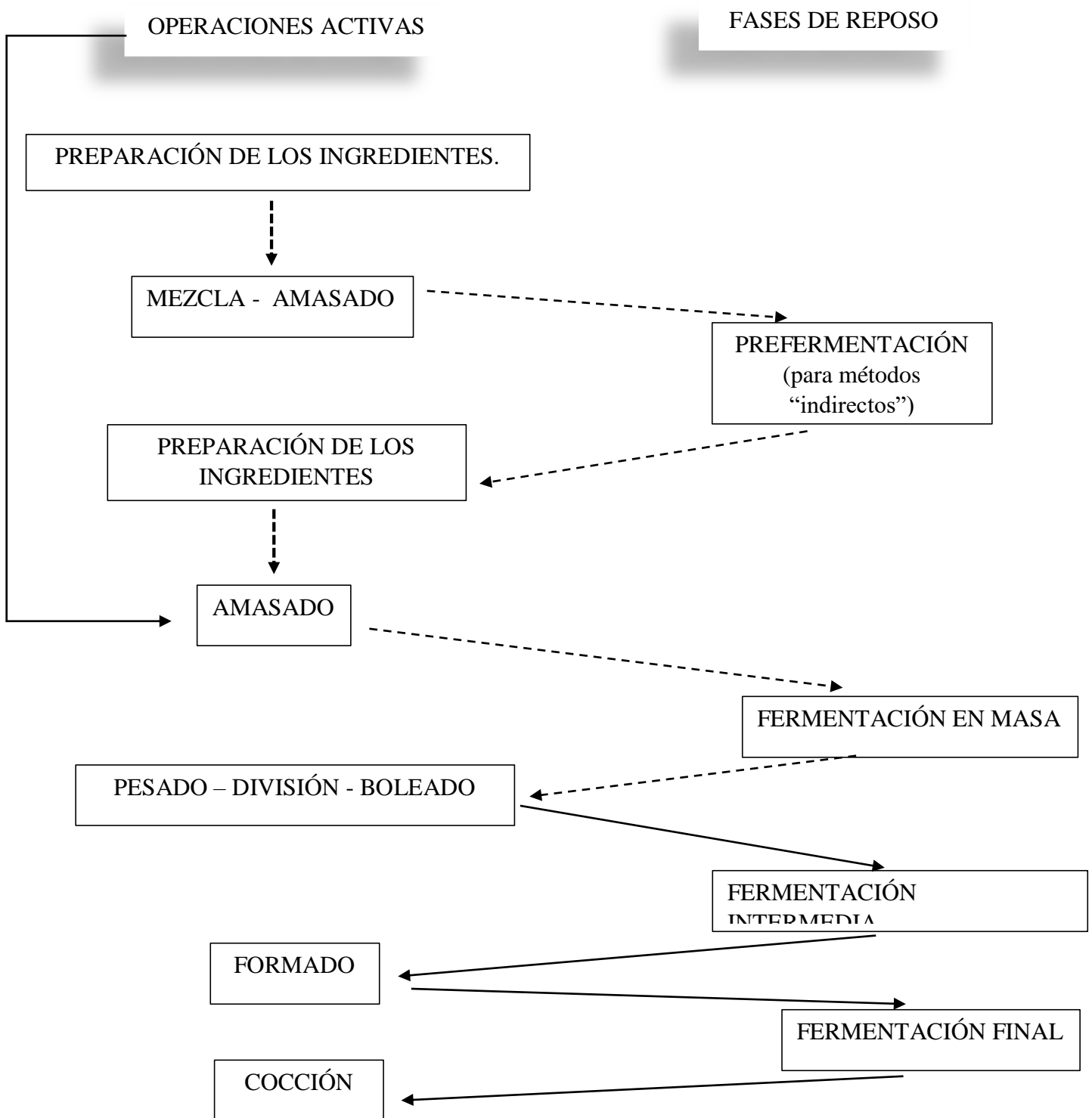
**División y pesado:** Su objetivo es dar a las piezas el peso justo. Si se trata de piezas grandes se suelen pesar a mano. Si se trata de piezas pequeñas se puede utilizar una divisora hidráulica, pesando a mano un fragmento de masa múltiplo del número de piezas que da la divisora. En las grandes panificadoras donde el rendimiento horario oscila entre las 1000 y 5000 piezas se suele recurrir a las divisoras volumétricas continuas (*Mesas, J. M.; Alegre, 2002*)

**Heñido o boleado:** Consiste en dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división. Puede realizarse a mano, si la baja producción o el tipo de pan así lo aconsejan. O puede realizarse mecánicamente por medio de boleadoras siendo las más frecuentes las formadas por un cono truncado giratorio (*Mesas, J. M.; Alegre, 2002*).

**Reposo:** Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere de la degasificación sufrida durante la división y boleado. Esta etapa puede ser llevada a cabo a temperatura ambiente en el propio obrador o mucho mejor en las denominadas cámaras de bolsas, en las que se controlan la temperatura y el tiempo de permanencia en la misma (*Mesas, J. M.; Alegre, 2002*).

**Formado:** Su objetivo es dar la forma que corresponde a cada tipo de pan. Si la pieza es redonda, el resultado del boleado proporciona ya dicha forma. Si la pieza es grande o tiene un formato especial suele realizarse a mano. Si se trata de barras, que a menudo suponen más del 85% de la producción de una panadería, se realiza por medio de máquinas formadoras de barras en las que dos rodillos que giran en sentido contrario aplastan el fragmento de masa y lo enrollan sobre sí mismo con ayuda de una tela fija y otra móvil (*Mesas, J. M.; Alegre, 2002*).

**Fermentación:** Consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO<sub>2</sub> y algunos productos secundarios. En el caso de utilizar levadura de masa se producen en menor medida otras fermentaciones llevadas a cabo por bacterias. Los objetivos de la fermentación son la formación de CO<sub>2</sub>, para que al ser retenido por la masa ésta se esponje, y mejorar el sabor del pan como consecuencia de las transformaciones que sufren los componentes de la harina.



**Figura 10:** Diagrama de flujo del proceso de elaboración del pan —> Operación fija - - -> operación opcional. Fuente:(Mesas, J. M.; Alegre, 2002)

## 2.12 Seguridad al hornear

La STPS en su guía “Elaboración de productos de panadería, practicas seguras en el sector agroindustrial”. Capítulo 11 menciona las medidas preventivas que se deben de tomar en cuenta al utilizar un horno, así como como los dispositivos de seguridad que se deben encontrar en el área. A continuación, se presenta la siguiente información que se deben de considerar al hornear:

**Tabla 2:** Riesgos al hornear. Fuente: (STPS, 2012)

| Riesgo.   | Medidas preventivas.   | Dispositivos de seguridad o EPP.   |
|---|--|--|
| Incendio o explosión por fuga de gas durante el incendio y el funcionamiento del horno. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que la tubería, llaves o válvulas no presenten evidencia de desgaste, fractura o fisura.</li> <li>• Suspender el proceso si se tiene evidencia de fuga de gas en la tubería, llaves, válvulas o cualquier otro dispositivo.</li> <li>• Evitar las reparaciones con elementos improvisados.</li> <li>• Evitar el uso de herramientas, ropa, zapatos, aparatos eléctricos y objetos que puedan generar chispa o llama abierta capaces de provocar ignición.</li> <li>• Cerrar las llaves de paso y control de gas, cuando se termine o se degrade el proceso.</li> <li>• Disponer del equipo de prevención y protección contra incendios de acuerdo con el tipo de material, su cantidad, así como la clase de fuego que se pueda generar. El equipo debe colocarse en un lugar de fácil acceso.</li> <li>• Suspender el proceso de horneado y abandonar de inmediato el área de trabajo, ante cualquier evidencia de fuga de gas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alarma de humo.</li> <li>• Extintor AB.</li> <li>• Detectores de incendio.</li> <li>• Válvulas de seguridad.</li> </ul> |
| Exposición a temperaturas elevadas durante el horneado.                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encender el sistema de ventilación quince minutos antes de iniciar la operación del horno y mantenerlo en funcionamiento durante toda la jornada.</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guantes contra altas temperaturas.</li> </ul>   |

|  |  |  |
|--|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Delimitar el área colocando señales de advertencia durante el funcionamiento del horno.</li> <li>• Mantener el horno cerrado durante la cocción del pan.</li> </ul>   |  |
| Contacto con partes calientes del horno. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantener cerradas las puertas del horno.</li> <li>• Delimitar el área colocando señales de advertencia durante el funcionamiento del horno.</li> <li>• Permanecer a una distancia de al menos 30 centímetros para evitar que alguna parte del cuerpo entre en contacto directo con las partes calientes del horno.</li> <li>• Realizar limpieza del horno después de 30 minutos de haber apagado sus quemadores.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guantes contra altas temperaturas.</li> </ul>                       |
| Exposición a gas durante el horneado.    | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar que la tubería, llaves o válvulas no presenten evidencia de desgaste, fractura o fisura.</li> <li>• Encender el sistema de ventilación ante la evidencia de fuga de gas y no usar el horno.</li> <li>• Cerrar las llaves de paso y control cuando exista evidencia de fuga de gas.</li> <li>• Suspender cualquier proceso y abandonar de inmediato el área de trabajo, ante la evidencia de fuga de gas.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema de ventilación.</li> <li>• Válvula de seguridad.</li> </ul> |

### **2.13 Satisfacción del cliente.**

El cliente es una persona que se acostumbra a comprar en una determinada empresa. Esta costumbre es establecida a través de la compra y la interacción frecuente durante un periodo de tiempo (*Dalongaro, 2014*).

La satisfacción al cliente emerge desde finales de los años 70 como un campo de investigación particular basado en el estudio del comportamiento del consumidor. Ha sido conceptualizada por múltiples investigadores, y debido a su necesario análisis se han desarrollado varios estudios e investigaciones en diferentes sectores tanto a nivel nacional como internacional que han permitido detectar cuales son los factores que influyen, tanto de forma directa como indirecta en la satisfacción de los clientes internos y externos, en aras de adoptar e implementar estrategias de mejora, que permitan atenuar los efectos negativos y repercuta de forma positiva en la elevación de la calidad del servicio como base para su progresivo mejoramiento competitivo (*Nápoles-Nápoles, Lisney Yanet; Tamayo-Garcia, 2016*).

Un buen producto servicio se convierte en la base que conduce al desarrollo de la lealtad del cliente. Ningún programa fortalecerá la relación de una empresa con sus clientes sin ellos, y por lo tanto no tendrá éxito (*Dalongaro, 2014*).



### 3. ESTADO DEL ARTE

#### 3.1 Presentación del capítulo

Con base a investigaciones previas se presenta la siguiente información, con la cual se busca resaltar la importancia de la calidad en los productos, y el impacto que esto genera para la satisfacción del cliente. La investigación de literatura existente de temas como antecedentes, base de datos, artículos similares o relacionados. Permitirá construir una base sólida para el presente tema de investigación. Construyendo conclusiones y resultados que sean congruentes con el tema abordado, consintiendo la generación de nuevos conocimientos para los interesados.

*Según González, (2017)* en su artículo “El pan artesanal de San Miguel Tecomatlán, México” menciona que el mundo existe desigualdad en la obtención de materias primas, redundando en la producción de alimentos, lo que ocasiona pobreza, inseguridad alimentaria e inestabilidad social, entre otros problemas. En algunos lugares la alimentación es influenciada por las tradiciones, costumbres y el saber-hacer, dichos aspectos benefician la producción de alimentos, que se traduce en desarrollo rural.

*Córdova, (2016)* argumenta que si la alimentación es un fenómeno complejo, entonces también lo tienen que ser las herramientas metodológicas con las que se lo intenta describir. En ese sentido, siempre sostuvimos que en antropología alimentaria es necesario utilizar tanto los métodos cuantitativos como los cualitativos, ya que cada uno ilumina diferentes aspectos del problema y, si se los combina adecuadamente, se logra una comprensión más acabada del fenómeno.

De acuerdo con *Quílez & Salas-Salvadó, (2013)* el pan es uno de los alimentos elaborados más antiguos de la humanidad. La explotación de cereales salvajes como la cebada salvaje, el einkorn o el emmer está documentada mucho antes del cultivo de variedades domesticas hace unos 10.000 años. Debido a sus orígenes ancestrales, el pan tiene una fuerte carga simbólica y la sentencia del génesis: “ganaras el pan con el sudor de tu frente”, refleja la importancia que tenía en la dieta de aquellos tiempos y lo eleva a

paradigma de sustento. El proceso de panificación se perfeccionó en Egipto y Roma, llegando hasta el siglo XX, en el que la producción industrial del mismo ha operado cambios significativos en su proceso y composición.

El artículo “La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan” de los autores *Payehuanca & Matos, (2011)* definen que el pan es un producto obtenido por la cocción, de una masa fermentada con diferente proceso de elaboración. Por otra parte los autores *Mesas, J. M.; Alegre, (2002)* definen que el pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias de fermentación panaria.

*(MIQUEAS COLIN YAXI, 2018)* en su tesis “caracterización de las agroindustrias panaderas artesanales en la comunidad de santa cruz cuauhtenco, zinacantepec” plantea que dentro de la gastronomía mexicana, la panadería tiene un lugar muy importante. Es una industria que no sólo ha representado una gran fuente de trabajo, sino también es parte del desarrollo artesanal y empresarial de una gran cantidad de mexicanos. Fue instituida por los españoles, grandes consumidores de éste producto preparado con trigo, quienes enseñaron a los indígenas a elaborarlo y cuyos resultados están a la vista en la rica variedad de formas y usos. Hasta la fecha México es reconocido como el país número uno a nivel mundial en riqueza de formas y sabores de pan debido a su amplia variedad entre las que destacan: conchas, magdalenas, moños, cañones, chilindrinas, corbatas, panqués, cuernitos, orejas, cochinitos, almejas, besos, barritas, ladrillos, condes, cocol, gendarmes, borrachos, huesos, alamar, rosca de canela, amores, trenzas, banderillas, hojaldras, ojo de buey, volcanes, polvorones, teleras y bolillos, entre otros.

Conforme al artículo “efecto de la sustitución de harina de trigo con harina de quinoa (*chenopodium quinoa*) sobre las propiedades reológicas de la masa y texturales del pan” de los autores *Francisco Vásquez, Samuel Verdú Alma R. Islas, José M. Barat, (2016)* afirman que la utilización de harinas compuestas ha sido fundamental en la elaboración de productos con mayores propiedades nutrimentales. En base al artículo “Importancia del consumo diario de pan para la salud” del autor *Carbajal, (2016)* dice que el pan es un

alimento nutritivo, muy palatable, económico, versátil, fácil de usar, siempre a mano y con variedad para poder elegir, que enriquece y se enriquece con otros alimentos cumpliéndose el concepto de sinergia que permite asegurar que “el todo es mucho más que la suma de las partes”. Así mismo *Lapoujade, (2008)* Nos dice que el pan, precisamente por ser considerado un alimento humilde, ha sido asociado con la frugalidad y la moderación, tanto en los ámbitos alimenticios, como en la conducta en general. Además, argumenta “En efecto, el pan es un emblema de austeridad y templanza, y representa de manera proverbial la sencillez”.

El autor *Montero-Quintero et al., (2015)* en su artículo “Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regímenes dietéticos” menciona que la tendencia actual hacia el desarrollo de alimentos funcionales ha ganado terreno a nivel mundial, especialmente en los productos de panadería, los cuales han sido complementados con diferentes sustancias nutritivas y protectoras que permiten disminuir la incidencia de diversos tipos de patologías asociadas con los alimentos.

La tesis “evaluación del consumo de pan y de las representaciones sociales asociadas a éste en jóvenes universitarios de la pontificia universidad javeriana para establecer mensajes de educación nutricional” de *GÓMEZ, (2014)* considera que El pan es un alimento energético que aporta por 100 gramos de pan aproximadamente entre 244 y 285 Kcal, carbohidratos del 44-58%, proteínas del 7-10% y aporte de grasas de 0,4- 1,5%. (*Gil, 2010*). Sin embargo, estos valores varían ya que hay diversidad de panes tales como pan blanco, pan dulce, pan de uva, pan molde, pan tajado, pan con queso, croissant, tostada, calado, integral entre otros. Es un alimento básico que forma parte de una dieta tradicional elaborada con harina de cereales, este alimento es consumido en todo el mundo y aporta gran cantidad de nutrientes tales como vitaminas del complejo B y minerales como hierro, cobre y selenio por lo tanto su papel en toda dieta equilibrada es fundamental.

*CONAFOR, (2015)* plantea que México cuenta con 138 millones de hectáreas con vegetación forestal, equivalentes al 70% del territorio nacional. Los principales ecosistemas que componen esta superficie son los matorrales xerófilos (41.2%), los bosques templados (24.24%), las selvas (21.7%), manglares y otros tipos de asociaciones de vegetación

forestal (1.06%) y otras áreas forestales (11.8%). Así mismo, que las áreas forestales están habitadas en la actualidad por 11.04 millones de personas, para quienes los recursos forestales representan un capital natural que debería contribuir a satisfacer sus necesidades básicas y a mejorar su calidad de vida, sin embargo, lo anterior no se ha podido concretar y es en las zonas forestales donde se presentan los mayores niveles de marginación y pobreza. También menciona que la leña representa la principal fuente de energía en las áreas rurales del país y anualmente se utiliza un total aproximado de 18 millones de toneladas de materia seca de leña que se usa como combustible.

Acorde a *Tadini, (2009)* en su libro “Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados” hace mención que los productos de panificación son muy importantes en la alimentación mundial. A pesar de su gran consumo gran cantidad es desechado como consecuencia del envejecimiento. Este es la disminución de la aceptación por parte del consumidor, causada por cambios que no resultan de la acción de microorganismos dañinos; entre las alteraciones que se destacan se encuentran el endurecimiento de la miga, los cambios en el sabor y el aroma, y la pérdida de crujibilidad de la corteza. El rechazo de los productos de panificación relacionado con su envejecimiento representa una importante pérdida económica. Una de las estrategias que se utilizan para disminuir dichas pérdidas es la congelación de las masas, ya que este proceso permite ofrecer permanentemente al consumidor un producto recién elaborado. Esta tecnología se aplica a la producción de una gran variedad de productos, entre los más importantes se puede mencionar el pan tipo francés, productos dulces como “croissant”, panes de Viena y de hamburguesas. En este sistema de elaboración la producción de las piezas de masa es centralizada, en tanto que la etapa de horneado es descentralizada en pequeños comercios próximos al consumidor, lo que permite brindar pan fresco en todo momento. En el ámbito industrial, en este proceso se realiza el amasado de los ingredientes de la misma manera que se hace para la elaboración de productos frescos, luego se forman las piezas y entonces se congelan hasta que el centro alcanza una temperatura de  $-18^{\circ}\text{C}$ , y se distribuye en estado congelado. En los puntos de ventas, a medida que el producto se consume, se hace la descongelación, la fermentación en piezas y el horneado. La producción de masas congeladas se realiza a través de procesos altamente mecanizados, lo

que reduce los costos de producción y permite obtener productos con calidad constante. Por otro lado, desde el punto de vista económico, los productos de panificación congelados presentan el inconveniente de requerir ser transportados y mantenidos a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$  hasta el final del proceso.

*Solutions, (2021)* en su artículo “Manejo de Calor en los Hornos de la Panadería” alude que controlar el calor y la temperatura en estos hornos de panadería (zonas), en donde es necesaria una temperatura constante para manejar el calor, requiere de una mezcla de combustible y combustión de aire presurizado sea proporcionada a las hornillas. La cantidad de mezcla de aire/combustible provista a las hornillas es gobernada por la presión de combustión de aire proporcionada a las hornillas. La presión de combustión de aire se ajusta en respuesta a las variaciones de temperatura en la zona, para mantener la demanda necesaria de temperatura y calor en la zona. La presión de combustión de aire en la zona también se puede monitorear y usar de tal forma que puede ajustar el número de hornillas encendidas en cada zona. La temperatura y calor en el horno a gas directo son manejados en última instancia al controlar el flujo de combustible y aire de las fuentes externas, a cada una de las hornillas.

De otro punto de vista *Varela et al., (1998)* manifiesta que el pan fresco tiene un mínimo contenido de lípidos (1% en el pan blanco y 1.4% en el integral). Sin embargo, un aspecto diferencial con el pan de molde es que a éste se le añade grasa para conferirle sus especiales características organolépticas, incrementando su rendimiento energético (274 kcal/100 g). El contenido de grasa del pan de molde es sensiblemente mayor: 5.2 g, grasa que puede ser de distinta procedencia (vegetal, hidrogenada o animal) y, por tanto, de muy diferente calidad. Por ello, a la hora de juzgar la calidad de un alimento y de una dieta no sólo ha de valorarse la cantidad absoluta de grasa que aporta, sino también su composición en ácidos grasos y colesterol si, en este último caso, la grasa utilizada es de origen animal.

Por otra parte, el artículo “la satisfacción del cliente con el supermercado en áreas de frontera” del autor *Dalongaro, (2014)* alude a que los supermercados enfrentan situaciones difíciles en las que tienen que crecer, expandirse y mantenerse en el mercado. En este escenario, los esfuerzos a las diversas estrategias de venta pueden proporcionar

diferenciales eficaces y eficientes, contribuyendo en gran medida a la supervivencia de las organizaciones.

Conforme a *Becerra Bizarrón & Cortes Palacios, (2018)* en su artículo “Factores de permanencia empresarial de las microempresas del sector comercio de Puerto Vallarta, Jalisco” indica que en la actualidad el ambiente empresarial es muy dinámico e incierto. Ambos factores han obligado a las empresas a desarrollar e implementar estrategias más efectivas en sus áreas funcionales, enfocadas en aspectos como el crecimiento, la responsabilidad social y la innovación. Sin embargo, las que se encuentran más vulnerables y con mayor incertidumbre para enfrentar estos cambios son las micro, pequeñas y medianas empresas (mipymes). Puesto que, a pesar de representar el motor de la economía y generación de empleos, carecen ya sea de utilidades, planeación o competitividad, lo que, en muchos casos, provoca su cierre incluso antes de cumplir los cinco años de operación.

*BARCIA, (2014)* Menciona que la metodología de mejora 5s es una herramienta orientada a la eliminación de focos de suciedad y desorden identificando sus fuentes y eliminándolas, obteniendo como resultado áreas de trabajo limpias y ordenadas, estableciendo una nueva cultura de trabajo en el personal. Implementar esta técnica en una línea productora de pan de molde permite incrementar los niveles de productividad mediante el mejoramiento del ambiente de trabajo y reducción de desperdicio de tiempo y de energía. Los resultados muestran una mejora significativa en los niveles de productividad.

## **4. METODOLOGÍA**

### **4.1 Presentación del capítulo**

*Andrea & Forero, (2007)* señala que la Metodología es entendida como un concepto global referido al estudio del Método (o de los métodos) desde un proceso sistemático en el cual se adquieren modos y formas de conocimiento; el Método es considerado como el camino para obtener un fin de manera ordenada, desde un conjunto de reglas. Dicho de otra forma, la metodología es el conjunto de pasos a seguir para el análisis, recolección y ordenamiento de información, que permitan la interpretación de resultados. En este capítulo se presentan los pasos a seguir para el desarrollo de la presente investigación, así como los detalles de las actividades de la misma, para la obtención de resultados apropiados al caso de estudio.

### **4.2 Diseño de la investigación**

Dado que para el estudio de la presente investigación se pretende llevar a cabo la obtención de datos y análisis e interpretación de los mismos, se considera una investigación de tipo cuantitativo. El objetivo de una investigación cuantitativa es adquirir conocimientos fundamentales y la elección del modelo más adecuado que nos permita conocer la realidad de una manera más imparcial, ya que se recogen y analizan los datos a través de los conceptos y variables medibles. La investigación cuantitativa es una forma estructurada de recopilar y analizar datos obtenidos de distintas fuentes, lo que implica el uso de herramientas informáticas, estadísticas, y matemáticas para obtener resultados. Es concluyente en su propósito ya que trata de cuantificar el problema y entender que tan generalizado está mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor. *Alan Neill & Cortez Suárez, (2017)*. Según *Monje Álvarez, (2011)* la investigación cuantitativa se inspira en el positivismo. Este enfoque investigativo plantea la unidad de la ciencia, es decir, la utilización de una metodología única que es la misma de las ciencias exactas y naturales. El positivismo rechaza toda proposición cuyo contenido no este directa o indirectamente en correspondencia con los hechos aprobados, refutando todo juicio de valor. El conocimiento es válido si está basado en la observación sistemática de los hechos

sensibles. Lo que importa del positivismo es la cuantificación, la medición. A través de cuantificar y medir una serie de repeticiones, es que se llega a formular las tendencias, a plantear nuevas hipótesis y construir las teorías; todo – fundamentalmente – a través del conocimiento cuantitativo. Como no se llega a contar con todo, se inventó la estadística, que es una manera de acercarse a la totalidad, pero a través de muestras. La estadística es manera de poder cuantificar todo, sin tener que contar cada uno de los elementos que componen el todo: es la metodología más idónea y coherente de este paradigma positivista.

De acuerdo con *Pellegero Ponsa, (2015)* Etimológicamente podemos definir la “calidad” como: “Propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permite apreciarla como igual, mejor o peor que las restantes de su especie”. En el sentido que aquí nos ocupa, entenderemos por calidad: “La totalidad de funciones y características de un producto que determinan su capacidad para satisfacer las necesidades de sus usuarios”.

*Jared R. Ocampo, (2012)* en su artículo “Integrando la Metodología DMAIC con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim) expone que para mejorar la calidad de un sistema de manufactura o servicio es necesario utilizar un enfoque formal al análisis de desempeño del sistema y a la búsqueda de formas de mejorar dicho desempeño. El DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) es la metodología de mejora de procesos usado por Seis Sigma, y es un método iterativo que sigue un formato estructurado y disciplinado basado en el planteamiento de una hipótesis, la realización de experimentos y su subsecuente evaluación para confirmar o rechazar la hipótesis previamente planteada.

Como lo dice el autor *Humberto Gutiérrez Pulido, (2009)* en su libro “Control estadístico de calidad y seis sigma” Los datos por si solos no resuelven los problemas del cliente y del negocio, por ello es necesaria una metodología. Es por ello que se aplicara la metodología DMAIC para el apoyo a la obtención de resultados. Para mayor comprensión de dicha metodología se presenta la **figura 7**.



### **4.3 Enfoque de la investigación**

*Galarza, (2020)* Afirma que el proceso de investigación tiene como finalidad encontrar soluciones para las diversas necesidades que enfrenta el ser humano. A través del tiempo, el ser humano ha estado en la búsqueda constante de nuevos conocimientos, siendo la investigación cuantitativa una de las vías para obtenerlo, teniendo su soporte en la indagación a través de elementos cognitivos y en datos numéricos extraídos de la realidad, procesados estadísticamente para probar teorías. (*Del canto, Ero; Silva Silva, 2013*)

*Sampierini Hernandez, Roberto; Collado Fernández, Carlos y Lucio Baptista, (2003)* dicen que el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos y el análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas previamente, y confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento de una población.

El autor *Nova, (2017)* en su libro “investigación cuantitativa” argumenta que la investigación cuantitativa surge en las ciencias naturales y posteriormente es transferida a los estudios sociales; se caracteriza por ser objetiva y deductiva, producto de los diferentes procesos experimentales que pueden ser medibles, su objetivo de estudio permite realizar proyecciones, generalizaciones o relaciones en una población o entre poblaciones a través de inferencias estadísticas establecidas en una muestra. Es así como el alcance de la investigación cuantitativa es poder establecer las relaciones de causa-efecto que se pueden presentar también cuando abordamos problemas sociales. Este tipo de investigación también se fundamenta en hallazgos comunes que permitan relacionar las variables en diversas realidades en la sociedad mediante el uso de la estadística, donde otros investigadores sociales pueden fundamentarse para continuar con otros estudios. Así mismo plantea que la investigación cuantitativa también es aplicada en las ciencias administrativas, de la salud, en las tecnologías de la información y comunicación y ciencias económicas entre otras; su propósito es el de explicar cuantitativamente las diversas actividades humanas de forma predictiva a través del planteamiento de hipótesis, que permitan minimizar los factores de riesgos o error y dar le a los resultados la confiabilidad y validez tanto interna como externa que se requiera.

Existen diferentes tipos de investigación cuantitativa que dependen de la finalidad de cada investigación. El autor *Herrera, (2008)* en su artículo “investigación cuantitativa 1” expresa que la investigación cuantitativa es un método de investigación basado en los principios de investigación metodológicos del positivismo y neopositivismo y que adhiere al desarrollo de estándares de diseño estrictos antes de iniciar la investigación. El objetivo de este tipo de investigación es el estudiar las propiedades y fenómenos cuantitativos y sus relaciones para proporcionar la manera de establecer, formular, y revisar la teoría existente. La investigación cuantitativa desarrolla y emplea modelos matemáticos, teorías e hipótesis que competen a los fenómenos naturales.

Dado que la finalidad de la presente investigación es la profesionalización del calentamiento de un horno de pan artesanal, empleando la metodología DMAIC, se empleará técnicas de investigación de tipo **observacional y muestreo probabilístico** ya que estas, son las ideales para el tema en cuestión. La observación del cocimiento del pan en un horno de pan artesanal (horno de moruno) proporcionara datos numéricos del tiempo en el que aumenta la temperatura en el horno utilizando nuestros sentidos, vista, tacto, así como el uso de una herramienta de medición de temperatura como lo es el termómetro. El muestreo estadístico permitirá detectar la pieza que se encuentre en mejor estado de cocción con relación al grupo estudiado.

#### **4.4 Población**

La investigación se desenvuelve en una microempresa dedicada a la producción de pan con al menos 5 años de antigüedad, dedicados a la producción de pan artesanal. La microempresa cuenta con 4 trabajadores, los cuales se organizan para producir el pan, ornearlo, y venderlo. La investigación se realiza en la comunidad de Arroyo Hondo km. 26 del tramo carretero Tuxpan-Potrero, municipio de Álamo Temapache Veracruz. A continuación, se presenta la siguiente figura la cual muestra la ubicación de la microempresa.



**Figura 11:** Imagen satelital de la ubicación de la microempresa. Fuente: (Earth, 2021)

## 4.5 Técnicas de investigación

Las técnicas de investigación cuantitativa son las más populares gracias a que permiten contabilizar características, atributos, elementos o comportamiento de los individuos, con el objetivo de respaldar o refutar una hipótesis. Los investigadores cuentan con diferentes técnicas de investigación cuantitativa para la recolección de datos *Pro., (2022)*.

A continuación, se presentan las técnicas más populares utilizadas en la investigación cuantitativa:

### 4.5.1 Muestreo probabilístico

El muestreo probabilístico permite recolectar información de la muestra seleccionada de forma aleatoria, lo cual evita el sesgo en la investigación. Esta técnica cuenta con tres tipos de tipos de muestreo, los cuales son:

- **Muestreo aleatorio simple:** Consiste en elegir a un grupo demográfico objetivo para incluirlos en la muestra de estudio.
- **Muestreo sistemático:** Consiste en seleccionar un grupo demográfico y añadirlo a la muestra. Sin embargo, la primera unidad debe ser elegida al azar.
- **Muestreo estratificado:** Permite elegir cada unidad de un grupo específico de la audiencia objetivo durante la creación de la muestra. *Pro., (2022)*

#### 4.5.2 Entrevistas

Las entrevistas son las técnicas de investigación cuantitativa más populares, gracias a su implementación eficaz, ya que son herramientas estructuradas y estandarizadas. Entre los diferentes tipos de entrevistas más utilizados, se encuentran los siguientes:

- **Entrevistas telefónicas:** Esta técnica es una de las más tradicionales, ya que no requiere de tiempo para la recolección de datos. Sin embargo, con el avance de la tecnología se han ido sustituyendo por video llamadas.
- **Entrevista cara a cara:** Es una técnica que se utiliza para recolectar información directa de los participantes. Esto permite obtener información útil y detallada que permite conseguir grandes resultados.
- **Entrevista personal asistida por computadora (CAPI):** Esta técnica es una variante de la entrevista cara a cara. Al aplicar esta herramienta, los entrevistadores utilizan una computadora para registrar la información obtenida. *Pro., (2022)*

#### 4.5.3 Encuestas y cuestionarios

Las encuestas y los cuestionarios son técnicas de investigación cuantitativa efectivas para la recolección de datos. Estas herramientas pueden implementarse a través de un software de encuestas. Además, están diseñadas para legitimar el comportamiento y la confianza de los participantes. *Pro., (2022)*

#### 4.5.4 Observación

Con las técnicas de investigación cuantitativa observacionales, los investigadores pueden recolectar información cuantificable. La recolección de datos a través de la observación cuantitativa permite que los investigadores se enfoquen en cuantificar un comportamiento específico de interés. Cuando requieren un juicio, se describe como codificación, así que necesitan una definición clara de un comportamiento objetivo. *Pro., (2022)*

#### 4.5.5 Revisión de documentos

La revisión de documentos es una de las técnicas de investigación cuantitativa más utilizadas, ya que consiste en la revisión de documentos existentes. Esta técnica permite fortalecer la investigación a través del uso de las siguientes herramientas:

- **Documentos públicos:** Son registrados oficiales que pertenecen a una organización, los cuales son investigados posteriormente. Estos pueden ser: Informes anuales, manuales de políticas, actividades estudiantiles, etc.
- **Documentos personales:** Estos son documentos individuales de las acciones, el comportamiento, la salud, de una persona. Entre los más comunes están registros de nacimiento, datos físicos, etc.
- **Evidencia física:** Son los logros de un individuo o de una organización hablado de su crecimiento monetario. *Pro., (2022)*

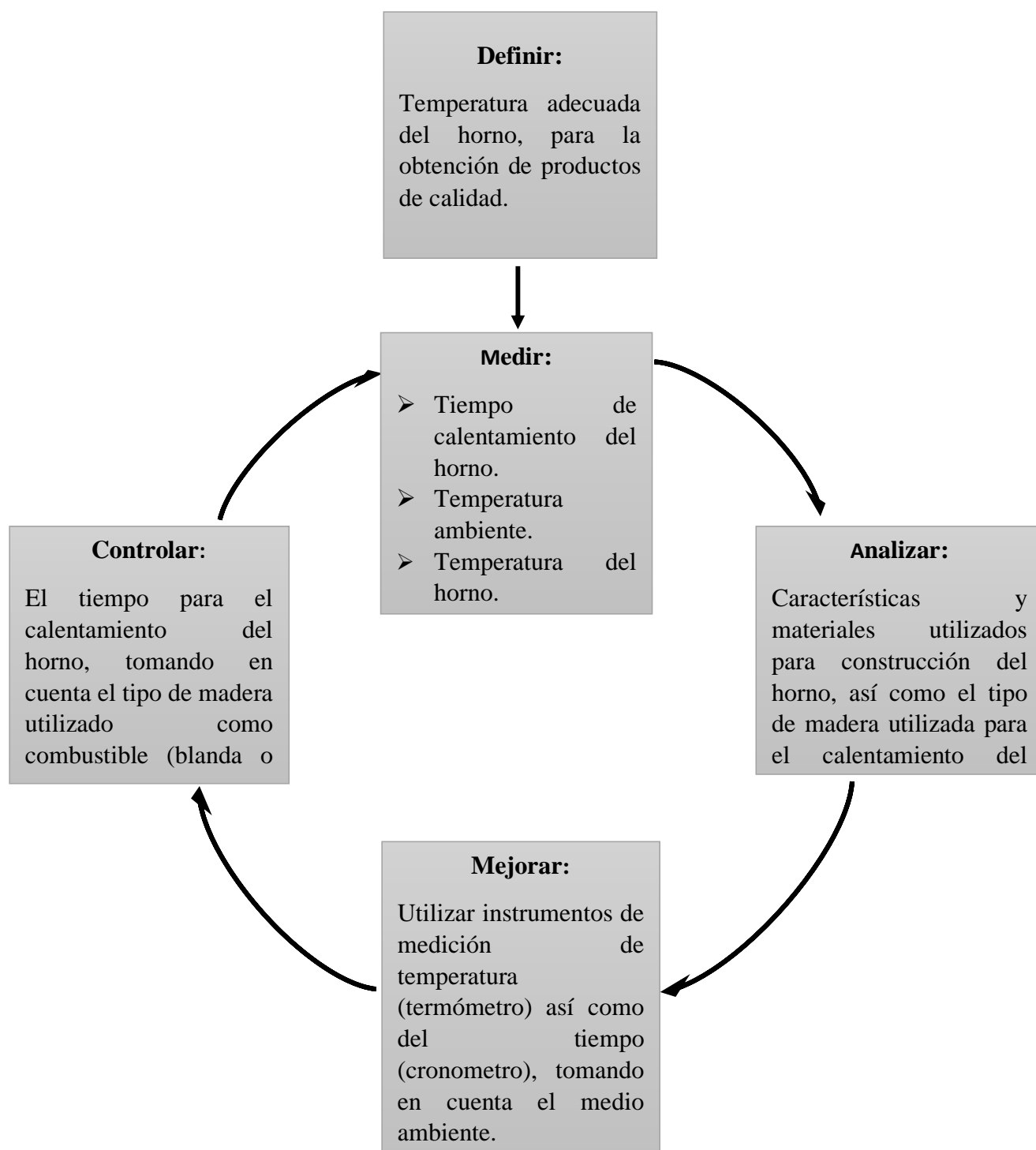
#### 4.6 Aplicación de la metodología

En este apartado se analiza y describe la metodología aplicada al tema “profesionalización del calentamiento de un horno de pan artesanal, empleando la metodología DMAIC”, en la microempresa ubicada en la comunidad de Arroyo Hondo Km. 26 en el tramo carretero Tuxpan-Potrero perteneciente al municipio de Álamo Temapache dedicada a la producción de pan artesanal. Por ello se considera primordial realizar de manera adecuada el calentamiento del horno, logrando con esto la estabilización y prolongación de la temperatura en el horno, para la obtención de productos de calidad.

La realización del presente estudio permitió conocer las actividades, factores y magnitudes que influyen en la actividad de calentar un horno artesanal (horno moruno), tomando en cuenta los materiales con los que están compuestos este tipo de hornos. Toda información recabada en esta investigación busca estandarizar, estabilizar y prolongar la temperatura del horno. Se llevó a cabo la medición de la temperatura, tiempo y

modificaciones físicas al horno, empleando la metodología DMAIC, asegurando la calidad en esta actividad.

El siguiente diagrama muestra las etapas de la metodología DMAIC, para la mejora del calentamiento de un horno de pan artesanal (horno de moruno).



**Figura 12:** Diagrama de la metodología DMAIC aplicado al caso de estudio, fuente: propia.

Fases de la metodología DMAIC aplicadas a la investigación.

#### **4.6.1 Definir.**

En la actualidad las microempresas se encuentran en una posición delicada si de permanecer en el mercado se trata, dado que existe mucha competencia, así como clientes que cada día son más exigentes. Sin importar el giro de estas, cada una de ellas se encuentran en una lucha incesante por generar productos de mayor calidad que el rival que le permita generar mayores ganancias asegurando la permanencia en el mercado. Ante esto existen diversas estrategias las cuales pueden ser aplicadas para una mejora continua. La estrategia principal que se aplicará en la presente investigación será la utilización de la metodología DMAIC.

La producción del pan requiere de una serie de actividades las cuales requieren de absoluta atención para generar productos de calidad. Mas sin embargo el calentamiento del horno será la actividad con mayor relevancia dentro de todo el proceso ya que de esta dependerá la obtención de productos de calidad, los cuales serán aprobados por el cliente y dará como consecuencia las ganancias o pérdidas para la microempresa.

La observación de las variables, factores y magnitudes involucradas en la actividad que se realiza al calentar horno serán aquellas que nos permitan definir los datos numéricos requeridos para realizar el proceso con mayor precisión y profesionalización.

La profesionalización del calentamiento de un horno engloba una serie de pasos los cuales permiten realizar cierta acción de manera en que esta sea mejor que la manera habitual de hacerla, logrando la reducción de errores y perdidas de tiempos en esta actividad. La metodología en un proceso permite ejecutar acciones que proporcionen resultados sin mucha variabilidad sin importar lo repetitivo que esta sea.

Se busca lograr una estabilidad al realizar esta actividad, creando unidades de medidas y simbología con el propósito de que cualquier persona pueda realizarla con la misma facilidad que una persona experimentada.

## **4.6.2 Medir**

La medición es un proceso inherente y consustancial a toda investigación, sea ésta cualitativa o cuantitativa. Medimos principalmente variables y ello demanda considerar tres elementos básicos: el instrumento de medición, la escala de medición y el sistema de unidades de medición. La validez, consistencia y confiabilidad de los datos medidos dependen, en buena parte, de la escala de medición que se adopte. He ahí la importancia de profundizar en el tema de las escalas de medición. (*Jorge et al., 2007*)

Para la obtención de datos numéricos específicos en el tema del calentamiento del horno es necesaria la medición de todos aspectos involucrados, la medición de las dimensiones del horno, el tiempo, temperatura del ambiente y el tipo de leña que se utilizará como combustible nos dará como resultado el calentamiento del horno.

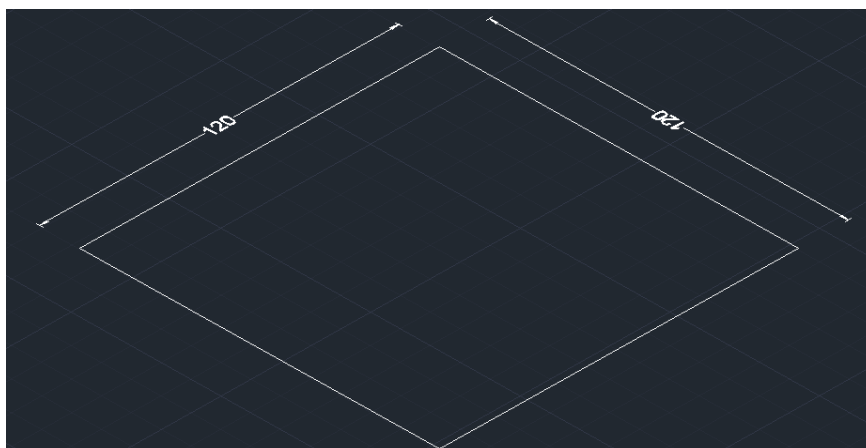
### **4.6.2.1 Medidas del horno**

Se consideró la dimensión del horno, ya que el área y composición del horno definirá la leña y el tiempo requeridos para calentarlo. Es importante conocer el área que se desea calentar, así como la composición de las paredes que componen el área, dado que las paredes ayudan a mantener la temperatura del horno es necesario conocer la medida del grosor de este, así como el tipo de material con el que están compuestos. Con ayuda del software AutoCAD se realizó el diseño del horno con las unidades pertinentes, con la finalidad de conocer el área del horno que se debe calentar.

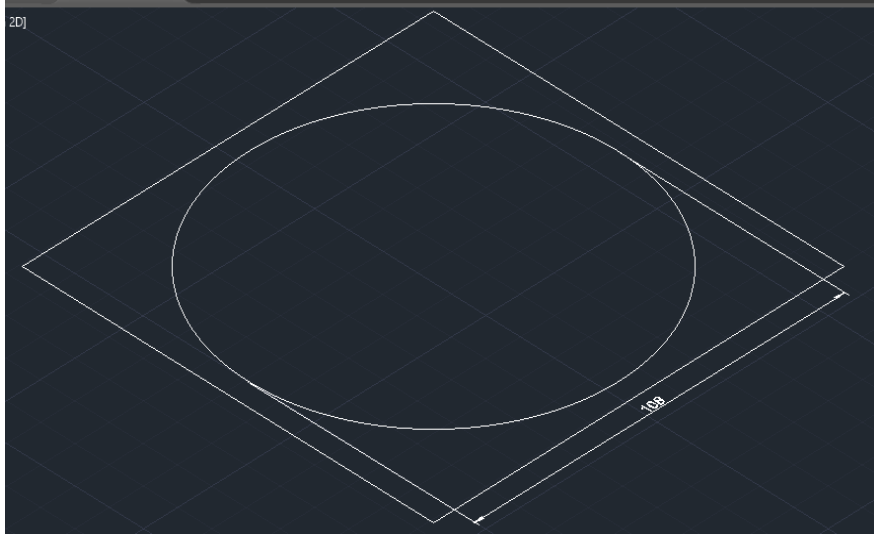
El horno está elaborado con piedra y barro mezclado con zacate seco, las paredes tienen un espesor de 12 cm. Aproximadamente. Para su elaboración se realizó una base de piedra de 120 x 120cm ver **figura 13**, en la cual posteriormente se dibuja un círculo sobre la base de 108 cm de diámetro, ver **figura 14**. El círculo será la tolerancia donde se



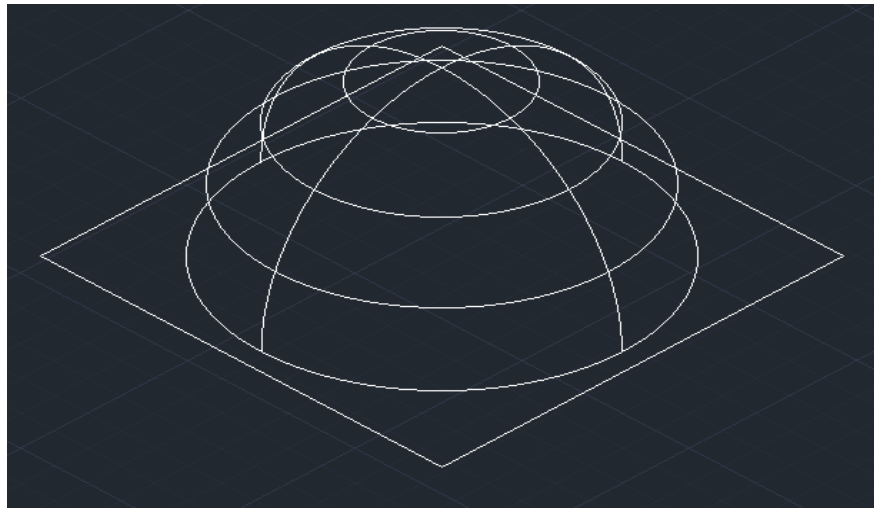
colocarán varillas en forma de arco, es decir el primer extremo de la varilla se coloca en el círculo y segundo extremo debe colocarse sobre el lado opuesto, pero respetando la línea del área del círculo, con una altura en el centro de 54 cm. ver **figura 15**. Las varillas colocadas serán el esqueleto de la semiesfera la cual representa el cuerpo del horno, una vez terminada la semiesfera se deberá colocar la piedra sobre las varillas, utilizando la mezcla del barro con el zacate para unir una piedra tras otra hasta forrar por completo las varillas y lograr la figura del horno, ver **figura 16**. Al colocar las piedras se debe de tomar en cuenta las medidas el lugar donde será colocada la puerta donde entrara la leña y la salida donde serán expulsadas las brasas, ver **figura 17**.



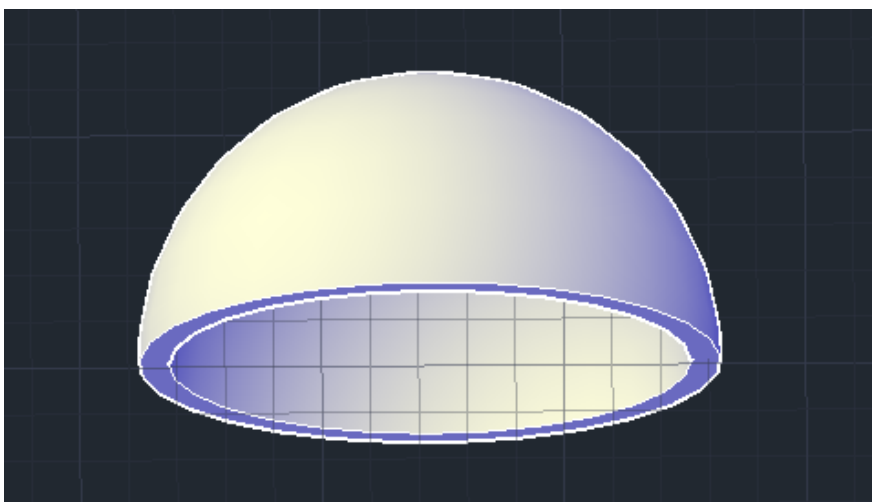
**Figura 13:** Imagen de la base del horno. Fuente: Propia.



**Figura 14:** imagen del circulo de 108 cm. De diámetro sobre la base. Fuente: propia.

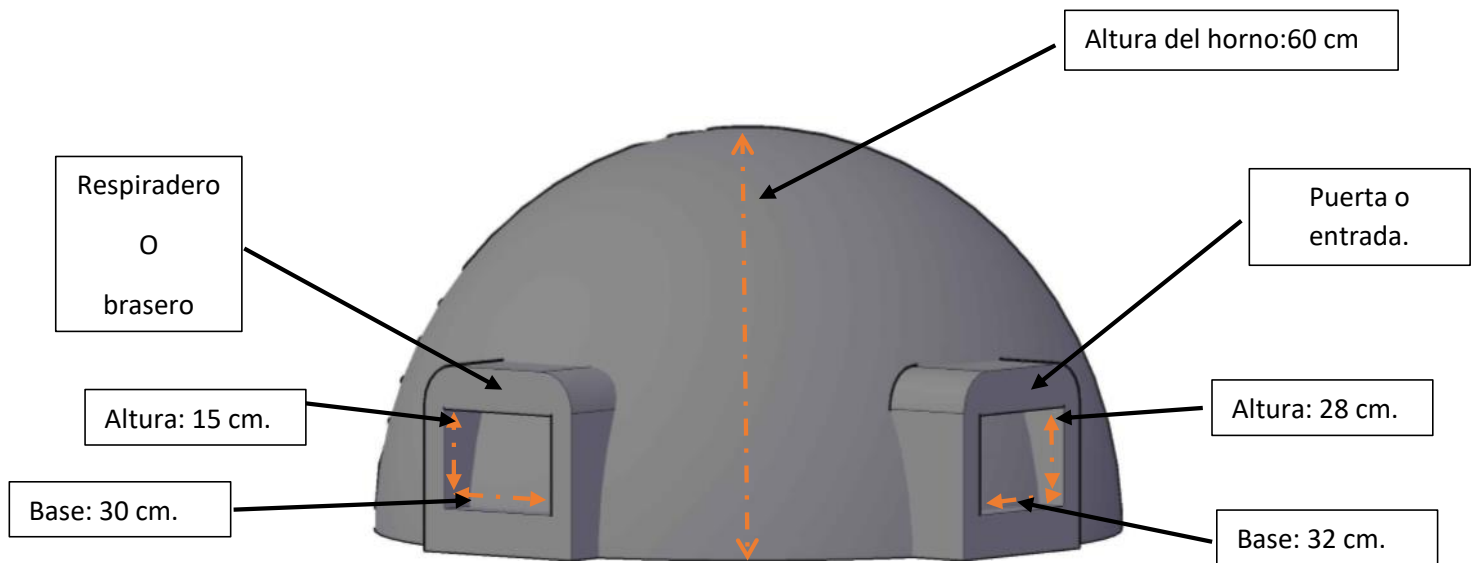


**Figura 15:** Imagen de colocación de las varillas para formar la semiesfera del horno. Fuente: propia.



**Figura 16:** Área semiesférica del horno. Fuente propia.

El área de la semiesférica del horno, es aquella que se busca calentar es por ello que se considera importante conocer con exactitud las dimensiones del horno y a partir de esos datos conocer cuánto se necesita de leña y el tiempo necesario para que el calentamiento sea adecuado.



**Figura 17:** Imagen detallada de las medidas del horno. Fuente: Propia.

Para el cálculo del área de la semiesfera se aplicará la fórmula, utilizada para el cálculo del área de un semicírculo teniendo en cuenta los siguientes datos:

Formula:

$$A = \frac{\pi \cdot r^2}{2}$$

Datos:

Radio (r) = 54 cm.

$\pi = 3.1416$

Sustitución de datos:

$$A = \frac{\pi \cdot r^2}{2} = \frac{3.1416 \cdot (54)^2}{2} = \frac{3.1416 \cdot 2916}{2} = \frac{9160.9056}{2} = 4580.4528 \text{ cm}^2$$

Entonces se obtiene como resultado que el área de la semiesfera de la figura del horno equivale a  $4580.4528 \text{ cm}^2$ , este dato representa el área que se desea calentar y donde se llevara a cabo la cocción del pan.

#### 4.6.2.2 Medición de la temperatura

La temperatura es la parte clave para la cocción del pan, es por ello que se realizaron pruebas mediante el uso de herramientas como el termómetro para medir la temperatura ambiente y la temperatura del horno.

Para medir la temperatura del horno fue necesaria la utilización de un termómetro que cumpliera con las características necesarias para el tipo de horno. El termómetro cuenta con un diámetro de pantalla de 5cm, dos unidades de medida ( $^{\circ}\text{F}$  y  $^{\circ}\text{C}$ ), con un rango de temperatura amplio  $100^{\circ}$  a  $600^{\circ}\text{F}$ ;  $50^{\circ}$  a  $300^{\circ}\text{C}$ , con un gancho para colgar y base incorporados. Este termómetro se considera ideal para esta actividad ya que el horno alcanza una temperatura máxima de  $300^{\circ}\text{C}$ , debido a que si el horno llegara a rebasar esta temperatura no se podría hornear el pan. La temperatura adecuada para la cocción del pan oscila entre los  $200^{\circ}$  -  $300^{\circ}\text{C}$  ver **figura 18**.



**Figura 18:** Imagen del termómetro. Fuente propia.

Para realizar la prueba del calentamiento del horno con el uso del termómetro, se tomó en cuenta la temperatura ambiente que rodeaba los  $23^{\circ}\text{C}$ , la temperatura ambiente es un factor importante que influye en el calentamiento del horno, ya que en lugar donde se ubica el horno es un lugar abierto y el clima afecta de manera directa su funcionamiento y desempeño. Por ser un lugar abierto el uso del horno en días soleados facilita el calentamiento con una temperatura prologada y constante, por lo contrario, en días nublados y fríos tiende a ser más lento su proceso de calentamiento y se enfría con mayor facilidad.

Una vez mencionado lo anterior se procede al muestreo del calentamiento del horno, mediante la ayuda del termómetro. Se encendió el horno colocando leña dura y blanda dentro del mismo, la combinación de leña dura y blanda permite que el horno se mantenga encendido hasta alcanzar la temperatura deseada. Una vez encendido el horno se colocó una placa metálica a la entrada o boca del horno, a la placa se le realizó una abertura donde colocó el termómetro como se observa en la **figura 19**.

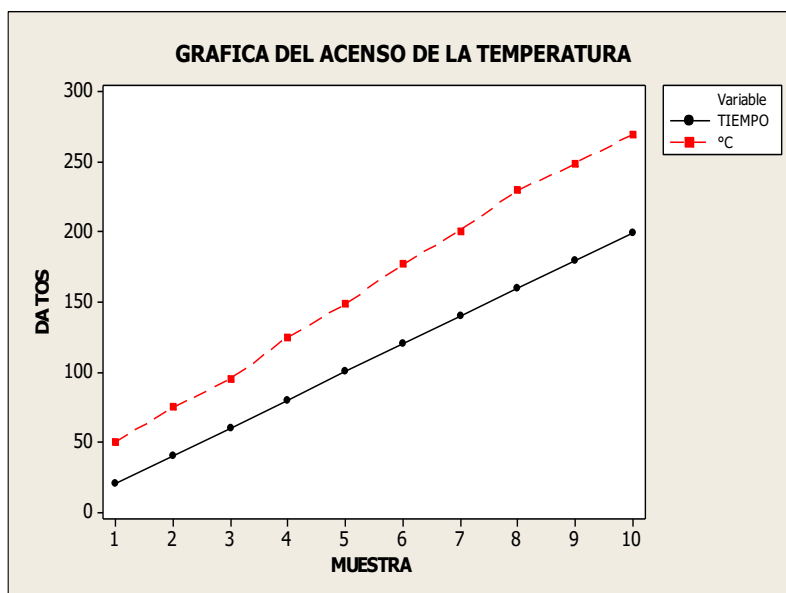


**Figura 19:** Imagen de la colocación del termómetro en la puerta del horno. Fuente: Propia.

El termómetro debe colocarse en un lugar estratégico donde pueda observarse el cambio de la temperatura con facilidad y que este cumpla con su función de manera adecuada. El muestreo realizado fue en periodos de 20 minutos, hasta alcanzar una temperatura de más los 250 °C, la **tabla 3** muestra los datos de las muestras realizadas. Se utilizó el software Minitab para graficar los datos obtenidos, el grafico se muestra en la **figura 20**.

**Tabla 3:** Datos obtenidos del muestreo. Fuente: Elaboración Propia.

| Datos del muestreo |               |     |
|--------------------|---------------|-----|
| Muestra            | Tiempo (min.) | °C  |
| 1                  | 20            | 25  |
| 2                  | 40            | 75  |
| 3                  | 60            | 95  |
| 4                  | 80            | 125 |
| 5                  | 100           | 149 |
| 6                  | 120           | 177 |
| 7                  | 140           | 201 |
| 8                  | 160           | 230 |
| 9                  | 180           | 249 |
| 10                 | 200           | 270 |



**Figura 20:** Grafica del ascenso de la temperatura. Fuente: Propia.

La grafica muestra la medición de la temperatura con relación al tiempo, la línea roja muestra los °C mientras que la línea negra muestra el tiempo, entonces mediante el grafico podemos decir que a medida que avanzan los minutos los °C van aumentando.

### 4.6.3 Analizar

#### 4.6.3.1 Características y composición del horno de pan artesanal

El horno fue fabricado de manera artesanal, con materiales propios de la región. Este tipo de hornos son muy comunes en la zona y la fabricación de estos ha trascendido por generaciones, utilizados para la cocción de alimentos en los que se incluye la elaboración del pan. El horno se desplanta sobre una base de madera dura con las medidas deseadas que asegure la firmeza y resistencia, pero sobre todo que garantice la seguridad para el usuario, sobre la base de madera se estiban capas de piedras una tras otra unidas con una mezcla antes compuesta de barro, zacate y agua hasta formar un espesor de la capa deseado, lo recomendable es formar una capa de piedra superior a los 50 cm ya que la capa en la parte superior estará expuesta a altas temperaturas y de hacerse una capa delgada muy probablemente el calor se expandiría hasta la base de madera donde la temperatura puede llegar a quemar la base y esta colapsaría. Una vez compuesta la base del horno se trazan las medidas para la formación de la semiesfera del horno. Para esta actividad sobre la base se dibuja un círculo al centro tomando en cuenta que las paredes deben de tener un espesor de 12 cm. Como se observa en la **figura 14**. Una vez trazado el círculo sobre la base se procede a colocar varillas flexibles donde se coloca un extremo sobre el círculo y se cruza hasta el lado opuesto tomando en cuenta la altura central que se desea tener para la semiesfera del horno, se sobre ponen varias varillas atadas hasta formar la semiesfera que será el esqueleto del horno como se observa en la **figura 15**. Posteriormente se colocan piedras que oscilen los 8 a 10 cm de espesor sobre las varillas y se unen con la mezcla de barro y zacate antes mencionada para forrar toda la semiesfera antes fabricada de varillas, dejando los espacios pertinentes para la entrada y salida. Este último proceso debe realizarse con total atención ya que esta capa será quien resistirá la temperatura del horno por lo que al forrarse se debe cerciorar que no existan espacios vacíos o huecos visibles que trasluzcan la capa, ver **figura 16**. Para finalizar la construcción de la semiesfera o cuerpo del horno se debe de cubrir la capa de piedra con la mezcla de barro y zacate para certificar que no existan espacios vacíos entre cada piedra, la capa puede aplicarse hasta lograr el



espesor de 12 cm. Que deben tener las paredes así mismo, brindar estética al diseño del horno, ver **figura 17**.

Materiales utilizados para la fabricación del horno.

- Agua.
- Piedra.
- Flexómetro.
- Tierra para la fabricación del barro.
- Martillo o mazo.
- Cuchillo.
- Machete.
- Zacate.
- Madera dura para la base.
- Varillas de madera flexible.
- Rafia.
- Bejuco o rafia.

#### **4.6.3.2 Tipo de leña utilizada para el calentamiento del horno**

La leña será el combustible utilizado para el calentamiento del horno. Es por ello que la calidad de esta es de vital importancia para lograr la propagación de la temperatura al encender el horno. La leña se puede clasificar en dos tipos como los son leña dura y leña blanda, la leña dura proporciona una braza dura y se consume lentamente, mientras que leña blanda genera en su mayoría cenizas y se quema muy fácilmente. El horno puede calentarse con solo un tipo de leña que puede ser de tipo dura o blanda, más, sin embargo, para lograr un consumo sustentable de este recurso es recomendable el uso de estos dos tipos ya que asegura un fuego intenso y constante dentro del horno. El calentamiento se inicia con leña blanda y posteriormente se agrega leña dura para evitar el consumo excesivo de la leña blanda ya que al ser blanda tiende a ser consumida con mayor facilidad por el fuego. Se debe agregar leña blanda siempre que se requiera mantener la flama dentro del

horno, utilizar leña 100% seca sería lo ideal, pero la mezcla de leña seca y termino medio cumplirá con la misma finalidad que es calentar el horno, debido a que el fuego se encuentra encerrado dentro de una misma área la temperatura concentrada consumirá por igual la leña dentro del horno. La leña que a utilizar dependerá de las dimensiones de cada horno, así que se le debe agregar leña al horno hasta obtener la temperatura deseada. El nombre de la leña en muchos de los casos se deriva de la fruta que proporciona el árbol. La siguiente tabla muestra la clasificación de la leña más utilizada en la región para calentar el horno de pan artesanal.

**Tabla 4:** Clasificación de la leña más utilizada para el calentamiento del horno. Fuente: Elaboración propia.

| Tipos de leña. |         |
|----------------|---------|
| Dura.          | Blanda. |
| Zapote.        | Pino.   |
| Naranja.       | Cedro.  |
| Mango.         | Chaca.  |
| Chijol.        |         |
| Pimiento.      |         |

#### **4.6.3.3 Uso de los sentidos durante el calentamiento del horno.**

El calentar un horno refiere una tarea que se debe de realizar con la mayor atención debida, ya que en esta actividad el operario se expone a riesgos de quemaduras o daños tanto físicos como ergonómicos. Cuando el calentamiento del horno se realiza de manera empírica el uso de los sentidos será de más esenciales para realizar la actividad de una manera segura y eficaz, ya que estos nos permiten identificar puntos claves del horno así mismo, estos reaccionan como alarma para nuestro cuerpo al sentir las altas temperaturas nos incitan a mantener una distancia considerable al tratar de acercarnos al horno.

Los sentidos son aquellas atribuciones de nuestro cuerpo que nos permiten obtener información del medio que nos rodea, todos ellos son importantes para poder realizar

operaciones, labores, actividades, etc. De una manera adecuada brindándonos información que favorecer al realizar algo. Para la actividad sobre el calentamiento del horno se enfoca principalmente en los siguientes sentidos:

- **Tacto:** Se puede definir como la sensación al tocar algo.
- **Vista:** Sentido visual, que permite observar variación de tonalidades.

Los sentidos del tacto y la vista son aquellos sentidos que se encuentran en una mayor actividad al calentar un horno, dado que el horno está construido de manera artesanal se requieren diferentes estrategias que permitan realizar esta labor de manera exitosa. A continuación, se presenta la siguiente tabla la cual muestra cómo se aplican estos dos sentidos en el calentamiento del horno.

**Tabla 5:** Sentidos más aplicados al calentar el horno. Fuente: Elaboración propia.

| <b>Uso de los sentidos al calentar un horno.</b> |   |  |
|--|---|--|
| <b>Sentido.</b>                                  | <b>Actividad.</b>   | <b>Ejemplo.</b>  |
| Tacto.   | Dado que esta actividad es realizada de manera empírica el sentido del tacto es utilizado por los productores como sistema de medición del calentamiento del horno, es decir después de colocar la leña dentro del horno y encenderla los productores de pan, esperan algún tiempo con el horno encendido y realizan constantes contactos con la parte exterior del horno, tocando las paredes para sentir que tan calientes se encuentran las paredes. Una vez que se logre sentir una temperatura elevada el productor considera que el horno está listo para usarse. | Se toca el horno para sentir que tan caliente se encuentran las paredes del horno. |
|  | Este sentido es aplicado por el productor al observar los cambios del horno tanto externos como internos. Dado a la experiencia de los productores pueden determinar los cambios de tonalidades que se presentan al calentar el horno. Al inicio del calentamiento en la parte interna las piedras presentan un   | Cambio del color de piedras al interior del horno, mientras que en la parte        |

|        |  |  |
|--------|--|--|
| Vista. | color negro por el humo de la leña quemada posteriormente el color cambia a gris, se considera como señal que la temperatura se está elevando al interior del horno, cuando la temperatura es elevada a su máximo nivel las piedras al interior del horno son blancuzcas. Mientras que en la parte externa pueden observarse ondas derivadas de las altas temperaturas que presenta un horno activo. | externa se observan ondas de calor derivadas a las altas temperaturas. |
|--------|--|--|

**4.6.4 Mejorar.**






La mejora en los procesos es lograda con la implementación de estrategias e innovaciones las cuales se llevan a cabo, de manera experimental y mediante esto se obtienen resultados los cuales posteriormente son evaluados para su aceptación en el mejor de los casos o en su defecto ser rechazados. El calentamiento del horno es un proceso esencial para las personas dedicadas a la producción de pan, el reto para panaderos de la región es dominar el tipo de hornos artesanales ya que estos no presentan una temperatura estable que les permita producir grandes cantidades de pan. Debido a que el horno artesanal presenta temperaturas variables se proponen como mejora implementar las siguientes estrategias que permitan prologar una temperatura estable para este tipo de hornos.

**4.6.4.1 Diagrama de operaciones**

La autora *Evelia & Torres, (n.d.)* en su artículo “diagrama de operaciones de proceso” menciona que la gráfica del proceso operativo o diagrama de operaciones de proceso muestra la secuencia cronológica de las operaciones, inspecciones, tiempos permitidos y materiales que se utilizan en un proceso de manufactura o de negocios, desde la llegada de la materia hasta el empaquetado del proceso del producto terminado. Actualmente los diagramas de flujo u operacionales se consideran esenciales para la comprensión de los procesos, tanto a nivel de su análisis de mejoramiento, como para defectos de la planeación y control de calidad, especialmente aplicable en empresas de servicios Aguilar.,( 2020). En base a la información anterior y con base a los conocimientos adquiridos de la misma, se

presenta la siguiente simbología aplicable para la realización del diagrama de flujo u operaciones en el proceso del calentamiento del horno.

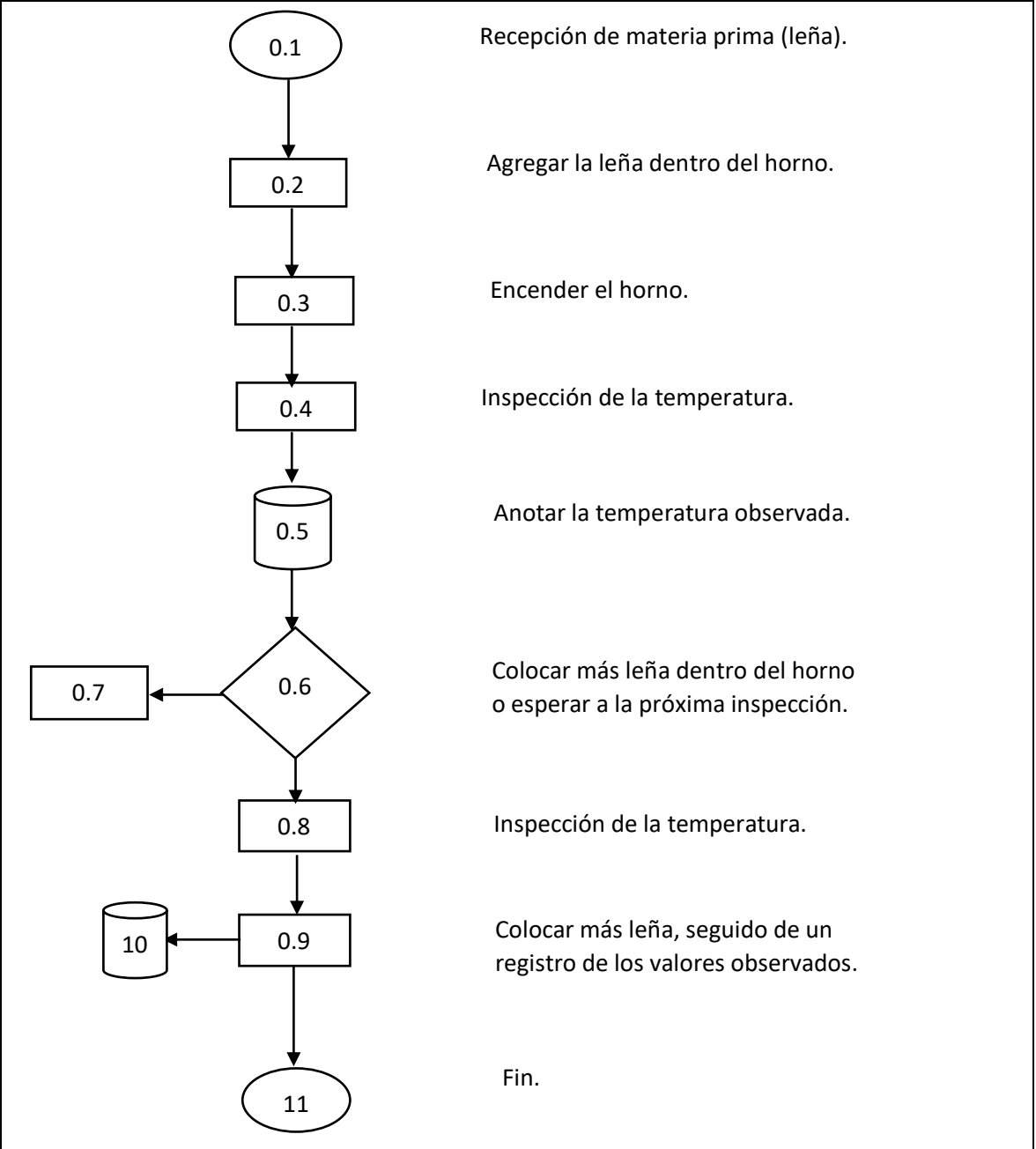
**Tabla 6:** Simbología utilizada en el diagrama de operaciones para el calentamiento del horno. Elaboración: Fuente propia.

| Simbología aplicada al diagrama de operaciones.                                     |   |
|---|---|
| Figura  | Actividad.  |
|    | Inicio o fin del proceso.   |
|    | <b>Proceso:</b> se utiliza para representar la actividad que se va a desarrollar, (operación, inspección, transporte, espera, almacenamiento, etc.) |
|    | <b>Decisión:</b> Aplicado al seleccionar una alternativa.   |
|  | <b>Registro de información:</b> Anotar o guardar información.   |
|  | <b>Indicación de flujo:</b> Determina el flujo del proceso.   |

Con base a la simbología anterior se presenta el diagrama de flujo aplicado al calentamiento del horno, con la finalidad de estandarizar la actividad u operación. Buscando proporcionar una estrategia de mejora.

Diagrama de operaciones aplicado al calentamiento del horno de pan artesanal (horno de moruno).

|  |                          |                |
|--|--------------------------|----------------|
| Calentamiento del horno de pan artesanal en la microempresa dedicada a la producción de pan. |                          |                |
| <b>“DOÑA MARY”.</b>  | Manual de operación.     | Código:        |
|  |                          | Versión:       |
|  | Diagrama de operaciones. | Fecha:07/04/22 |
|  |                          | Página: 1-1    |



**Figura 21:** Diagrama de operaciones para el calentamiento del horno. Elaboración propia.

El diagrama de operaciones para el calentamiento del horno permitirá al operador conocer la serie de pasos a seguir para realizar la actividad sin cometer errores, de esta manera se asegura que el proceso puede ser realizado por una persona capacitada o con poca experiencia, de esta manera se logra una estandarización, así como el talento de cada integrante de la microempresa.

#### **4.6.4.2 Utilizar instrumentos de medición**

La estandarización de cualquier proceso requiere de instrumentos de medición. El obtener valores numéricos proporciona una mayor certeza en la realización de cualquier operación. Por generaciones la fabricación de pan de manera artesanal ha sido empleando un conocimiento empírico, esto da como resultado algunas variaciones en cuanto a la calidad del producto, ya que en ocasiones al no tener un valor o unidad de medida al calentar el horno este puede estar demasiado caliente o por el contrario con una temperatura muy baja. Es por ello que para mejorar el proceso del calentamiento del horno se requiere implementar instrumentos básicos de medición de temperatura y tiempo (termómetro y cronometro respectivamente).

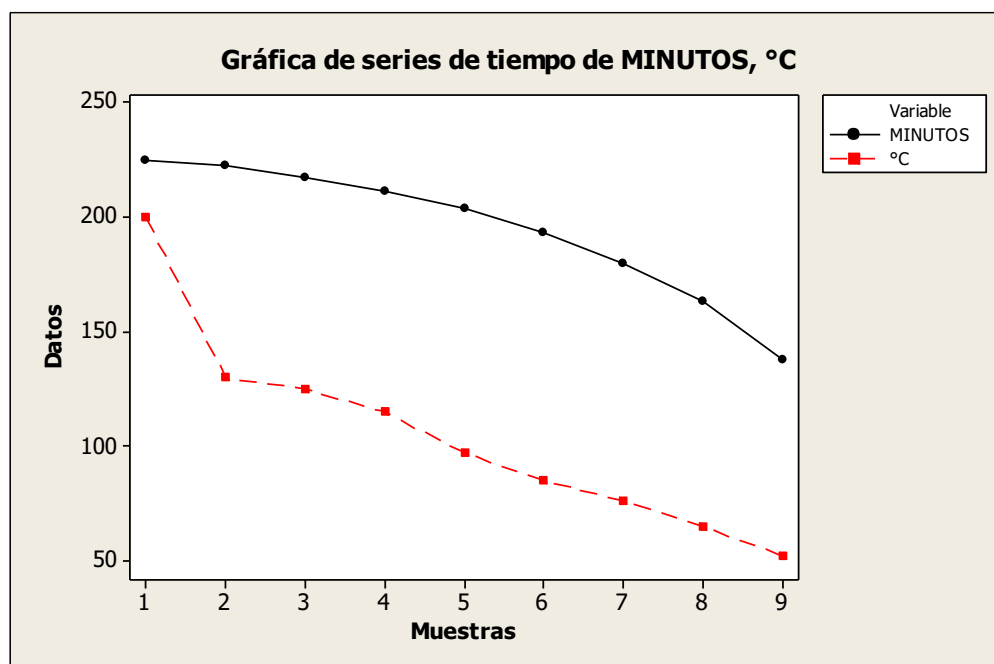
Mediante el uso del cronometro se obtuvieron valores los cuales determinaron el tiempo de 3 horas y 45 minutos requeridos para el calentamiento del horno, y con ayuda del cronometro se define que el horno en el tiempo representado anteriormente (225 minutos) alcanza una temperatura de 200 °C. La temperatura alcanzada es suficiente para que la cocción del pan se realice de manera exitosa. Como se ha venido repitiendo al paso de esta investigación que al ser un horno artesanal se deben aprovechar al máximo la temperatura creando estrategias para la cocción del pan ya que este tipo de hornos tienden a disminuir muy rápidamente su temperatura.

A continuación, con ayuda del software minitab. se presenta la siguiente tabla con su respectiva grafica que muestra el descenso de temperatura en el horno de tipo artesanal:

**Tabla 7:** valores de la temperatura con relación al tiempo del calentamiento del horno. Fuente: elaboración propia.

| <b>Tabla de valores de la temperatura del horno.</b> |                         |           |
|--|-------------------------|-----------|
| <b>Muestra c/d 20 Min.</b>                           | <b>Tiempo (minutos)</b> | <b>°C</b> |
| <b>1</b>   | 225                     | 200       |
| <b>2</b>   | 222.48                  | 130       |
| <b>3</b>   | 217.26                  | 125       |
| <b>4</b>   | 211.09                  | 115       |
| <b>5</b>   | 203.63                  | 97        |
| <b>6</b>   | 193.41                  | 85        |
| <b>7</b>   | 179.83                  | 76        |
| <b>8</b>   | 163.31                  | 65        |
| <b>9</b>   | 137.78                  | 52        |

Grafico del descenso de la temperatura con base a los valores de la tabla anterior.



**Figura 22:** Grafica del descenso de la temperatura en el horno. Fuente: Elaboración propia.



En el grafico anterior se puede observar que existen don líneas una de color negro y otra de color rojo. La línea de color negro muestra el descenso del tiempo con relación a la muestra, el tiempo tiene como valor inicial 225 minutos disminuyendo a 137.78 minutos, las muestras fueron tomadas según la cocción de la muestra. Por otra parte, la línea roja muestra el descenso de la temperatura del horno con relación al tiempo y la muestra donde el valor inicial de la primera muestra a los 225 minutos muestra una temperatura de 200 °C, pero a medida que el tiempo transcurre la temperatura disminuye considerablemente obteniendo un valor en la novena muestra con un tiempo de 137.78 muestra una temperatura de 52 °C.

Con los valores obtenidos se puede observar que 87.22 minutos equivalentes a 1 hora con 27 minutos con 22 segundos, el horno desciende 148 °C.

#### **4.6.5 Controlar**

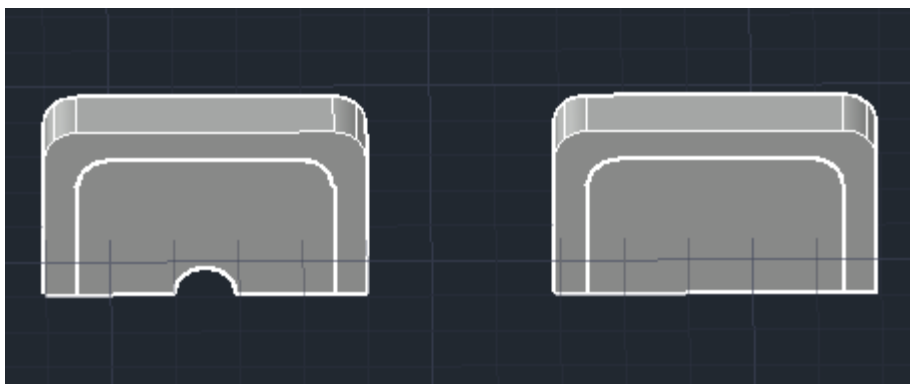
Dominar la temperatura de un horno artesanal construido con materiales básicos y sin una fuente de calor constante, resulta todo un reto. Debido a que el calor que este resguarde en sus paredes será dependiente solo del encendido inicial. El artesano productor se ve obstruido en su producción debido a que la temperatura del horno desciende considerablemente al paso de los minutos. Con la final de mantener el mismo diseño y conservar la cultura de los hornos artesanales y lograr la prolongación en la temperatura de estos, se propone lo siguiente:

##### **4.6.5.1 Colocar una puerta en la entrada y salida del horno**

Debido a que el horno se encuentra expuesto al aire libre, la temperatura ambiente es factor importante influyente para la conservación o disminución de la temperatura dentro del horno. En hornos artesanales el productor realiza la cocción del pan de manera tradicional colocando el pan dentro del horno a una temperatura considerable dejando la entrada abierta con fácil acceso al aire y, por lo tanto, la temperatura del horno tiende a disminuir con el paso del aire en su interior. Cuando el operario se percató que existe una

disminución de la temperatura en el horno reflejada en la nula cocción del pan, este coloca una tapa en la entrada y salida del horno.

En busca del control y prolongación de la temperatura se propone una innovación al horno tradicional la cual tiene como objetivo no dañar el diseño del horno, pero de alguna manera hacerlo mucho más funcional. La colocación de una puerta en la entrada y salida del horno con aislante térmico en la parte exterior para evitar riesgos, provocará un rechazo de las corrientes del aire del medio ambiente que nos rodea y de esta forma el horno mantendrá una temperatura constante y prolongada. Una vez iniciado el proceso de cocción es necesario saber que la puerta solo debe ser abierta para lo indispensable ya que de no hacer las acciones adecuadas el horno seguirá perdiendo temperatura con la misma facilidad. En la entrada se puede realizar una ranura en la cual se puede incrustar un termómetro que permita constatar que el horno mantiene una temperatura estable. Con ayuda del software AutoCAD se realizó el siguiente diseño a escala de las puertas que pueden ser útiles para este proceso.

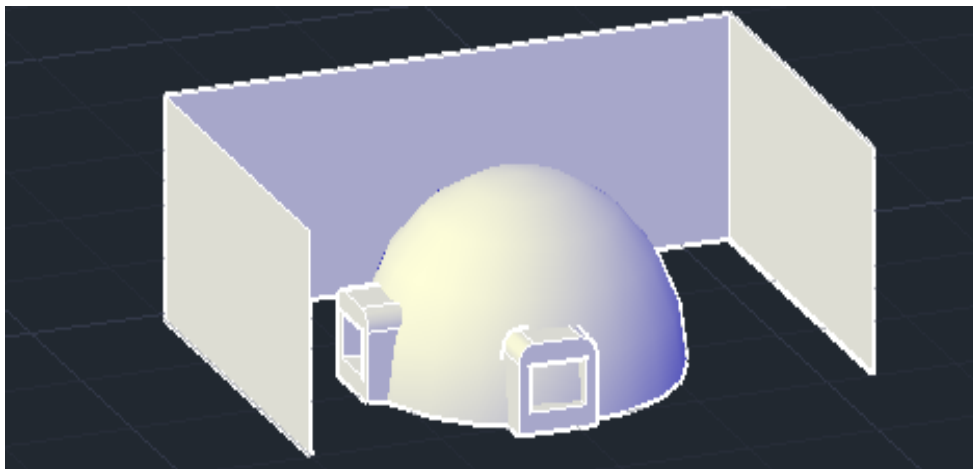


**Figura 23:** Diseño de puertas para la entrada y salida del horno. Fuente: Elaboración propia.

Como puede apreciarse el modelo de las puertas poseen un diseño similar sin embargo la puerta colocada al lado izquierdo sería para la entrada o boca del horno ya que a diferencia de la puerta que se encuentra a la derecha, esta posee una ranura, donde se pretende colocar el termómetro y así poder observar la temperatura en todo momento.

#### 4.6.5.2 Crear una cámara o paredes que protejan al horno de la temperatura ambiente

Para algunas actividades la temperatura ambiente suele ser perfecta, más, sin embargo, en la actividad sobre el calentamiento del horno debemos prestar atención en el medio ambiente ya que en días soleados el horno tiende a conservar o al menos disminuir su temperatura de manera lenta, pero en días nublados y fríos el horno tiene a perder su temperatura de considerable. El horno debe de fabricarse en un lugar seco y cubierto con un techo protector en caso de lluvias, así mismo para protegerlo de las corrientes de aire del medio que lo rodea y para controlar la temperatura se propone la construcción de una cámara protectora. Dicha cámara debe ser diseñada tomando en cuenta las dimensiones del horno y además considerando el espacio que le permita al operador realizar su tarea de manera adecuada y segura. La cámara solo debe ser utilizada para la actividad destinada. El operario debe considerar su herramienta a utilizar antes de iniciar el cocimiento ya que una vez iniciado el proceso la cámara deberá permanecer cerrada hasta concluir. Con ayuda del software AutoCAD se realizó el siguiente diseño.



**Figura 24:** Diseño de la simulación de cámara o paredes protectoras. Fuente: Elaboración propia.

La intención de este diseño es mostrar la manera más apropiada de proteger el horno. colocando paredes y un techo que mantenga totalmente protegido el horno, permitirá

que el horno mantenga su temperatura de manera prolongada ya que no existirán corrientes de aire que puedan enfriar al horno.

#### 4.6.5.3 No retirar todas las brasas antes de hornear

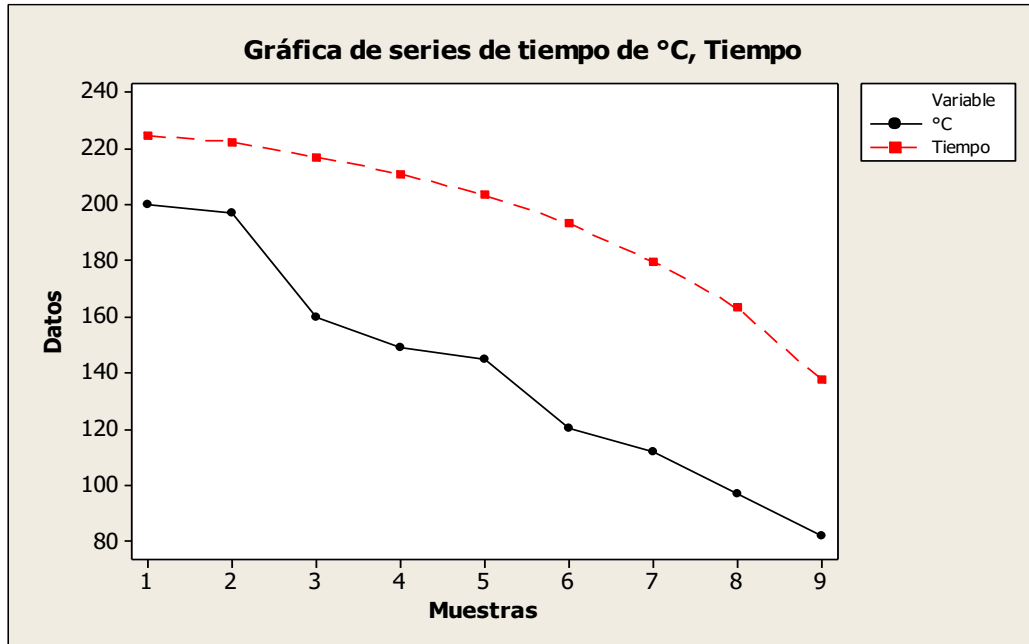
Cuando de temperatura en un horno artesanal se trata, resulta interesante crear alguna estrategia que permita conservar la temperatura dentro del horno. El barrido o limpieza artesanal del horno antes de iniciar la cocción del pan mediante el horneado, se lleva a cabo con la expulsión de las brasas derivadas de la leña consumida por el fuego al calentar el horno. Con la finalidad de conservar una temperatura constante en el horno se sugiere que el barrido o limpieza no se expulsen por completo todas las brasas del interior del horno, con esto no se logrará un aumento en la temperatura del horno, pero si una prolongación significativa, que le permitirá al operario aumentar la producción, dando un mejor uso a su horno. Con ayuda del software Minita se realiza la siguiente tabla con su respectiva gráfica, con la finalidad de observar el comportamiento de la temperatura del horno, aplicando el mismo tiempo para el calentamiento y aplicando el mismo muestreo que se plasmó anteriormente en la tabla 7.

**Tabla 8:** Tabla de valores de la temperatura del horno. Fuente: Elaboración propia.

| <b>Tabla de valores de la temperatura del horno.</b> |                         |           |
|--|-------------------------|-----------|
| <b>Muestra c/d 20 Min.</b>                           | <b>Tiempo (minutos)</b> | <b>°C</b> |
| <b>1</b>   | 225                     | 200       |
| <b>2</b>   | 222.48                  | 197       |
| <b>3</b>   | 217.26                  | 160       |
| <b>4</b>   | 211.09                  | 149       |
| <b>5</b>   | 203.63                  | 145       |
| <b>6</b>   | 193.41                  | 120       |
| <b>7</b>   | 179.83                  | 112       |
| <b>8</b>   | 163.31                  | 97        |
| <b>9</b>   | 137.78                  | 82        |

A diferencia de la tabla 7 donde se realizó el primer muestreo, los grados de la temperatura del horno muestra una mayor estabilidad y prolongación, esta estrategia sería de gran utilidad para la cocción de alimentos que requieran de un mayor tiempo dentro del horno a una temperatura elevada.

A continuación de muestra el gráfico obtenido de los valores de la tabla 8.



**Figura 25:** grafica de la temperatura del horno con relación al tiempo del muestreo. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la gráfica la línea roja representa el tiempo el cual muestra un descenso constante con relación a la muestra, mientras que la línea de color negro muestra la disminución de la temperatura, observando que la primera muestra se posiciona en los 200 °C y la muestra 9 alcanza una temperatura de 82 °C.

Como se mencionó anteriormente si aplicamos una comparativa de los valores que se obtienen de la manera tradicional con respecto a dejar brasas dentro del horno existe una gran mejoría en el control de la temperatura. Otra manera de analizar los valores de la temperatura es observando la diferencia de los grados que se pierden con relación al tiempo, por ejemplo, en la tabla 7 se puede apreciar que tiene una temperatura inicial de

200 °C y una temperatura final de 52 °C, entonces se dice que existe una diferencia de 195 °C que se consumen en ese periodo de tiempo. Mientras que en la tabla número 8 se observa una misma temperatura inicial de 200 °C, pero muestra una temperatura final de 82 °C, entonces se observa una diferencia de 118 °C.

**Tabla 9:** Tabla comparativa de los grados iniciales y finales del muestreo de la tabla 7 con relación a la tabla 8. Fuente: Elaboración propia.

| <b>Tabla</b> | <b>Grados iniciales</b> | <b>Grados finales</b> | <b>Diferencia de °C</b> |
|--------------|-------------------------|-----------------------|-------------------------|
| <b>7</b>     | 200                     | 52                    | 148                     |
| <b>8</b>     | 200                     | 82                    | 118                     |

Con ayuda de la tabla 9 podemos realizar una mejor comparativa de la diferencia de grados que existe en el primer muestreo (tabla 7) con relación a la aplicación de la estrategia del segundo muestreo (tabla 8). Al realizar la diferencia de 195- 118 °C se obtendrá un resultado de 30 °C los cuales para el productor serán de gran utilidad para aumentar su producción.

## 5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Sin lugar a dudas el uso de hornos de pan artesanal ha sido una herencia milenaria la cual ha ido evolucionando, de tal manera que se crean estrategias para aprovechar las cualidades de este tipo de hornos. En el análisis y discusión consiste en el apartado donde se procesa la información recaba de la investigación y esta es comparada con teorías de otros autores, buscando aprobar o en su defecto rechazar opiniones similares enfocadas al mismo tema de estudio. Los datos obtenidos de la investigación proporcionarán resultados los cuales serán interpretados de manera ordenada para su total comprensión.

El muestreo realizado arrojó datos que permiten identificar la temperatura que es capaz de alcanzar un horno tradicional, y el tiempo que se necesita para realizar esta actividad. Los valores obtenidos fueron tabulados y graficados, con su respectiva interpretación, para una mejor comprensión. Con las muestras realizadas podemos determinar que un horno que cumpla con las especificaciones similares al horno estudiado podrá calentarse en un tiempo de 225 minutos, alcanzando una temperatura de 200 grados.

Buscando la mejora de este proceso se proponen innovaciones mínimas al diseño del horno como lo es colocar puertas en la entrada y salida del horno, no retirar todas brazas del horno, y mantener el horno protegido de la temperatura ambiental rodeando al horno con una camarada o paredes que protejan al horno de la humedad o corrientes de aire.

La leña representa la principal fuente de energía en las áreas rurales del país y anualmente se utilizan un total aproximado de 18 millones de toneladas de materia seca de leña que se usa como combustible. Sin lugar a duda, el uso de la leña en la cocción de alimentos es tradicional en los hogares campesinos y en las regiones apartadas de zonas forestales de los diferentes ecosistemas como asegura la CONAFOR, (2015), el uso de leña en zonas rurales de gran utilidad para la cocción de alimentos, y el uso de este tipo de combustible en hornos tradicionales es más que indispensable ya que la leña es la principal fuente de combustible utilizado para el calentamiento del horno.

Fibraclim, (2020) menciona que la temperatura del horno es un elemento clave en la elaboración del pan. La forma tradicional de obtener un pan bien hecho y con una corteza

crujiente y deliciosa, es aquella en la se comienza horneando a mayor temperatura y, de manera gradual durante la cocción se va disminuyendo. Si se quiere que una masa cruda se harina se cueza y logre generar gases en su interior, esta se debe poner a cocer en un horno a la temperatura tradicional e ideal, entre los 180 y 220 °C esto acelerará al máximo la expansión interna y, gracias a esto, el pan se desarrollará correctamente y generará una corteza gruesa. De acuerdo con lo antes expuesto con el autor la temperatura del horno es un elemento importante para la correcta cocción del pan, más sin embargo en hornos tradicionales donde lograr el control de la temperatura resulta todo un reto, debido a que la temperatura es muy variable por tener solo un calentamiento inicial y no mantener un fuego constante que permita la estabilidad de los °C dentro del horno, mediante el muestreo realizado se puede afirmar que para la cocción del pan en hornos de pan tradicional la temperatura debe ser menor a los 200 °C, donde la cocción del pan este tipo de hornos puede iniciar con una temperatura de 130 °C y el productor debe generar estrategias para realizar la cocción del pan que le permita llevar acabo la correcta cocción del pan según su especie. La cocción del pan es importante ya que esta permite determinar que temperatura debe de alcanzar el horno y por lo tanto medir el tiempo para el calentamiento del horno. Una vez identificada la temperatura y el tiempo necesario para el calentamiento del horno, esto le permitirá al productor el ahorro de recursos como lo es la leña ya que no será necesario consumir de manera exagerada su combustible (leña) y utilizar solo lo indispensable para la realización de esta actividad.

Etimológicamente podemos definir la “calidad” como: “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa, que permite apreciarla como igual, mejor o peor que los restantes de su especie”. Desde el punto de vista de los programas de mejora, se puede definir 6 sigma como una filosofía de aplicación metodológica cuyo objetivo es la eliminación de desperdicios, como el re trabajo, mejorando el nivel de calidad, los costes y el tiempo de los procesos. Con un objeto de dar una definición lo más concisa posible podemos decir: “ seis sigma es un sistema empresarial para lograr y mantener el éxito por medio de la orientación al cliente la gestión pro-procesos y la mejora de procesos, así como la utilización analítica de los hechos y de los datos, como afirma Pellegrero Ponsa, (2015) la mejor manera de lograr la calidad en los procesos es la aplicación de una metodología seis



sigma ya que está enfocada en la calidad, reducción de desperdicios y la mejora al cliente, el uso de la metodología DMAIC para el calentamiento del horno permite constatar que es una metodología útil para procesos como el analizado en esta investigación, ya que permite mejorar el proceso aplicando cada una de las fases de la metodología.

## 6. CONCLUSIONES

La aceptación que se tiene del producto artesanal en la región, que produce la microempresa es importante ya que le permite al productor generar ingresos económicos y la generación de empleos. En busca de resaltar la importancia de estos productores de pan artesanal y la profesionalización del proceso del calentamiento del horno, fueron los motivos por los que se llevó a cabo la presente investigación.

La aplicación de la metodología por sus siglas en inglés DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y controlar) permitió el análisis del proceso del calentamiento de un horno de pan artesanal, las fases aplicadas al proceso identificó los valores necesarios para el calentamiento adecuado del horno, arrojando datos de temperatura y tiempo indispensables para esta actividad o proceso, así mismo, mediante el desarrollo y continuación de las fases de la metodología se sugieren algunas estrategias que le permitirán al productor prolongar la vida útil del horno.

Mediante el estudio cuantitativo llevado a cabo para el calentamiento del horno de pan artesanal, se obtuvieron valores y se identificaron las variables que influyen en este proceso, con esta información se define que este tipo de hornos son de gran utilidad para la producción de productos de calidad. La información recabada permite afirmar que el horno puede ser calentado en un tiempo de 220 minutos donde alcanzara una temperatura de 200 °C, logrando con esto optimizar el recurso utilizado como combustible como lo es la leña.

El uso de instrumentos de medición como termómetro, cronómetro y el uso de la metodología DMAIC para la profesionalización del caso de estudio de la presente investigación, permiten la obtención de valores los cuales pueden ser utilizados por el operario, para la mejora de su proceso. El conocimiento adquirido permitirá realizar este proceso de manera efectiva contribuyendo a la mejora continua para la elaboración del pan en hornos artesanales.

## 6.1 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abastur. (2019). Del horno a los negocios: la industria panificadora en México.
- Aguilar., I. G. G. G. B. (2020). Aministracion de operaciones. UIDE.
- Alan Neill, D., & Cortez Suárez, L. (2017). Procesos y fundamentos de la investigación científica. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). UTMACH.
- Alibaba. (2021). Horno túnel Bibliografía. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/industrial-tunnel-oven-for-bakery-food-60772729607.html>
- Álvarez, Dr. Jesus Gerardo Cruz, Ms. A. R. (2009). 5 S's Una herramienta de competencia. Evidencias empíricas de una investigación práctica. 1–17.
- Andrea, N., & Forero, G. (2007). Metodología, método y propuestas metodológicas en Trabajo Social. *Tendencias & Retos*, 12, 119–135.
- BARCIA, K. C. M. P. (2014). Propuesta para la Implementación de la Metodología de Mejora 5s en una Línea de Producción de Panes de Molde Propuesta para la Implementación de la Metodología de Mejora 5s en una Línea de Producción de Panes de Molde.
- Becerra Bizarrón, M. E., & Cortes Palacios, E. M. (2018). Factores de permanencia empresarial de las microempresas del sector comercio de Puerto Vallarta, Jalisco / Factors of Business Permanence of the Microenterprises of the Commerce Sector of Puerto Vallarta, Jalisco. *RIDE Revista Iberoamericana Para La Investigación y El Desarrollo Educativo*, 9(17), 865–890. <https://doi.org/10.23913/ride.v9i17.412>
- Carbajal, A. (2016). Importancia del consumo diario de pan para la salud. *UCM*, 1–9.
- Company, S. T. (2021). Medición de Temperatura. <https://www.smar.com/espanol/articulos-tecnicos/medicion-de-temperatura>
- CONAFOR. (2015). Manual para la construcción del horno ahorrador de leña.

- Conty, A. (n.d.). Horneado/cocción. <https://araceliconty.com/horneado/>
- Córdova, D. D. (2016). Novedades metodológicas aplicadas a la antropología alimentaria: Modelos basados en agentes y redes sociales. *Salud Colectiva*, 12(4), 635–650. <https://doi.org/10.18294/sc.2016.1008>
- Dalongaro, R. C. (2014). Supermercadismo En Áreas De Frontera. *Revistas Científicas de Latinoamerica*, 4(2314–3738), 35–49. <https://www.redalyc.org/pdf/5116/511651380005.pdf>
- Del canto, Ero; Silva Silva, A. (2013). METODOLOGIA CUANTITATIVA: ABORDAJE DESDE LA COMPLEMENTARIEDAD EN CIENCIAS SOCIALES. *Ciencias Sociales*, III, 25–34.
- Duque Oliva, E. J. (2005). Revisión del concepto de calidad del servicio y sus modelos de medición INNOVAR. *INNOVAR*, 15, 64–80.
- Earth, G. (2021). Bibliografía. [https://google-earth.gosur.com/?gclid=EAIaIQobChMInZK5s6Lh9AIVywetBh2rxAz\\_EAEYASAAEgI-PfD\\_BwE&ll=20.57001496515531,-96.22577708475717&z=6.254414118430445&t=satellite](https://google-earth.gosur.com/?gclid=EAIaIQobChMInZK5s6Lh9AIVywetBh2rxAz_EAEYASAAEgI-PfD_BwE&ll=20.57001496515531,-96.22577708475717&z=6.254414118430445&t=satellite)
- Esenziale. (n.d.). Termómetros de horno de leña.
- European. (n.d.). Horno de radiación de aceite térmico Static (patentado). <https://www.european.mx/hornos-para-pan/hornos-de-radiacion>
- European. (2019). Diferencia entre el pan artesanal y el industrial. <https://blog.european.mx/diferencias-pan-artesanal-pan-industrial>
- Evelia, B., & Torres, T. (n.d.). Diagrama de operaciones de proceso.
- Fibraclim. (n.d.). Tipos de hornos para panadería. <https://fibraclim.com/blog/tipos-de-hornos-para-panaderia/>
- Fibraclim. (2020). ¿Cuál es la temperatura ideal del horno para hacer pan? <https://fibraclim.com/blog/temperatura-del-horno-para-hacer-pan/#:~:text=La>

temperatura del horno es, será lamentable y poco apetitoso.

Formichella, M. (2004). El concepto de emprendedurismo y su relación con la educación, el empleo y el desarrollo local. 1439(1033).

Fortuna, R. (2021). El consumo de pan en México aumentó durante confinamiento. Revista Fortuna. <https://revistafortuna.com.mx/2021/05/21/el-consumo-de-pan-en-mexico-aumento-durante-confinamiento/>

Francisco Vásquez, Samuel Verdú Alma R. Islas, José M. Barat, R. G. (2016). EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN DE HARINA DE TRIGO CON HARINA DE QUINOA ( *Chenopodium quinoa* ) SOBRE LAS PROPIEDADES REOLÓGICAS DE LA MASA Y TEXTURALES DEL PAN. *Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17(2), 307–317.

Galarza, C. R. (2020). LOS ALCANCES DE UNA INVESTIGACIÓN. 9.

Gamaza, R. (2020). Los efectos del pan industrial. <https://www.facua.org/es/noticia.php?Id=16294>

Garza, R. C., González, C. N., Rodríguez, E. L., & Hernández, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 22(1), 19–35.

Gestiopolis. (2020). ¿Que es Seis Sigma? Metodología e implementación. <https://www.gestiopolis.com/que-es-seis-sigma-metodologia-e-implementacion/>

GÓMEZ, D. L. G. (2014). EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE PAN Y DE LAS REPRESENTACIONES SOCIALES ASOCIADAS A ÉSTE EN JÓVENES UNIVERSITARIOS DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA PARA ESTABLECER MENSAJES DE EDUCACIÓN NUTRICIONAL. In *Modal Sosial Dalam Pendidikan Berkualitas Di Sekolah Dasar Muhammadiyah Muitihan* (Issue September).

González, A. Y. V. (2017). El pan artesanal de San Miguel Tecamatlán, México. *Revista*

- Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad, 4(11), 116–135.
- Grupo prat gouet. (2018). Hornos de radiación. *CatalogoSTATIC*, 0, 1–12.
- Herrera, J. (2008). *Investigacion cuantitativa 1*.
- Humberto Gutiérrez Pulido, R. de la V. S. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma.
- Instruments, A. (2021). Proceso de horneado en la industria del pan y de la confitería. <https://www.aquatecnica.com/proceso-de-horneado-en-la-industria-del-pan-y-de-la-confiteria/>
- Jara, M. (2017). El método de las 5s: su aplicación. *Ecotec*, 7(1), 167–179.
- Jared R. Ocampo, A. E. P. (2012). Integrando la Metodología DMAIC de Seis Sigma con la Simulación de Eventos Discretos en Flexsim. *LACCEI: Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, 1–10. <http://www.laccei.org/LACCEI2012-Panama/RefereedPapers/RP147.pdf>
- Jorge, I., Padilla, C., & Sc, M. (2007). Escalas o niveles de medición. 2(2), 104–125.
- Lapoujade, A. L. (2008). El pan y la sal: hacia una poética del gusto en el epigrama de Marcial. *Acta Poetica*.
- Leaño, R. alfonso R. (2018). DISEÑO DE UN HORNO ROTATORIO INDUSTRIAL PARA LA EMPRESA PANIFICADORA SAN JOSE [UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS]. In *Estadística 1* (Vol. 5, Issue 48). [http://www.zonaeconomica.com/analisis-financiero/cuentas-cobrar%0Ahttp://www.redalyc.org/pdf/290/29012059009.pdf%0Ahttps://www.faeditorial.es/capitulos/gestion-morosidad.pdf%0Ahttps://unadmexico.blackboard.com/bbcswebdav/institution/DCSB/A/Bloque 1/NA/02/N](http://www.zonaeconomica.com/analisis-financiero/cuentas-cobrar%0Ahttp://www.redalyc.org/pdf/290/29012059009.pdf%0Ahttps://www.faeditorial.es/capitulos/gestion-morosidad.pdf%0Ahttps://unadmexico.blackboard.com/bbcswebdav/institution/DCSB/A/Bloque%201/NA/02/N)
- Leña.com, H. de. (2020). Hornos de leña. Su origen e historia. <https://hornosdelena.com/hornos-de-lena-su-origen-e-historia/#:~:text=Con lo que hoy en,la carne que habían cazado.>

- Lirola, A. (2018). HORNEAR EL PAN : ¿ CÓMO , CUANDO Y PORQUE?
- Maria Jose Casañ. (2016). La levadura y su importancia en la elaboracion de pan.  
<https://pansingluten.net/salud-y-nutricion/la-levadura-y-su-importancia-en-la-elaboracion-de-pan/>
- Mercadeo., L. y. (n.d.). Estrategia.
- Mesas, J. M.; Alegre, M. T. (2002). El pan y su proceso de elaboracion.
- MIQUEAS COLIN YAXI. (2018). CARACTERIZACIÓN DE LAS AGROINDUSTRIAS PANADERAS ARTESANALES EN LA COMUNIDAD DE SANTA CRUZ CUAUHTENCO, ZINACANTEPEC. In *Nhk技研* (Vol. 151, Issue 2).
- Monje Álvarez, C. A. (2011). Metodología de la investigación cuantitativa y cualitativa. Guía didáctica. Universidad Surcolombiana, 1–216.  
<http://carmonje.wikispaces.com/file/view/Monje+Carlos+Arturo+-+Guía+didáctica+Metodología+de+la+investigación.pdf>
- Montero-Quintero, K. C., Moreno-Rojas, R., Alí Molina, E., Colina, M. S., & Sánchez-Urdaneta, A. B. (2015). Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regimenes dietéticos. *Interciencia*, 40(7), 473–478.
- Moreiras., G. V. carvajal;Eva M. (1991). El pan en la alimentacion de los españoles. EUDEMA.
- Nápoles-Nápoles, Lisney Yanet; Tamayo-Garcia, P. M.-P. M. (2016). Medición y mejora de la satisfacción del cliente interno en instituciones universitarias. *Ciencias Holguín*, 22(2), 1–16. <https://www.redalyc.org/pdf/5116/511651380005.pdf>
- Nava Martinez, Irais, Leon Acevedo, Miguel Angel, Toledo Herrera, Ignacio Y Kido miranda, J. C. (2017). Metodología de la aplicación 5’S. *Investigaciones Sociales*, 3(8), 29–41.
- NOTIMEX. (2016). Elaboran mas de mil formas de pan en mexico.  
<https://www.20minutos.com.mx/noticia/123440/0/elaboran-mas-de-mil-formas-de->

pan-en-mexico-para-celebrar-fiestas/

Nova, C. A. B. (2017). Investigación cuantitativa. Areandino.

Panimatic. (n.d.). Bibliografía. [https://www.panimatic.net/HORNO-CON-SOLERAS-COMPAGNON-900\\_778\\_82\\_1330.html](https://www.panimatic.net/HORNO-CON-SOLERAS-COMPAGNON-900_778_82_1330.html)

Panishop. (2020). Bibliografía. <https://panishop.com/2020/07/30/sabias-que-horno-de-solera/>

Payehuanca, I., & Matos, A. (2011). La formación de la masa, la fermentación y los métodos de proceso en la elaboración del pan. Universidad Peruana Unión, 1–8. <http://ingenieriagenetica-b.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Panificacion.pdf>

Pellegero Ponsa, X. (2015). Aplicación de la metodología “DMAIC” en la resolución de problemas de calidad. 86. <http://repositori.uvic.cat/xmlui/handle/10854/4096>

Pro., ? Question. (2022). Técnicas de investigación cuantitativa para recolectar datos.

Quílez, J., & Salas-Salvadó, J. (2013). La ingesta de sal y el consumo de pan. Una visión amplia de la situación en España. *Revista Espanola de Nutricion Humana y Dietetica*, 17(2), 61–72. <https://doi.org/10.14306/renhyd.17.2.12>

Robledo, A. (2014). Horno moruno Horno moruno. <https://www.biodiversidadvirtual.org/etno/Horno-moruno-img26971.html>

Rodriguez, A. (2017). La importancia del agua en la calidad del pan. *Occupational Medicine*. <https://www.pasteleria.com/articulo/201701/2546-la-importancia-del-agua-en-la-calidad-del-pan-metodo-pascual>

Roldón. (2021). La importancia del agua, la sal y el azúcar en la elaboración de pan y otros productos de repostería. <https://emea.mitsubishielectric.com/ar/products-solutions/factory-automation/index.html>

Rosa, E. D. La. (2017). Panaderos se alistan para su mejor época. <https://revistafortuna.com.mx/2021/05/21/el-consumo-de-pan-en-mexico-aumento->



durante-confinamiento/

Sampierini Hernandez, Roberto; Collado Fernández, Carlos y Lucio Baptista, P. (2003). Investigación científica. 15–18.

Sanabria Rangel, Pedro Emilio; Romero Camargo, Victoria del carmen; Flórez Lizcano, C. I. (2014). El concepto de calidad en las organizaciones: una aproximación desde la complejidad. *Universidad & Empresa*, 16(27), 165–213.

Secretaría de Economía. (2017). Conoce más sobre la industria panificadora en México. 01 De Noviembre, 6–9. <https://www.gob.mx/se/articulos/conoce-mas-sobre-la-industria-panificadora-en-mexico?idiom=es>

Solutions, B. B. (2021). Manejo de Calor en los Hornos de la Panadería. 2–5.

SOUTHSTAR. (n.d.). Horno de tunel. <http://southstarovens.com/product-1-5-tunnel-oven/153278/>

STPS. (2012). Elaboración de productos de panadería.

Tadini, P. D. R.-C. C. (2009). Alternativas tecnológicas para la elaboración y la conservación de productos panificados. In Researchgate.Net. [http://www.researchgate.net/publication/230820510\\_Procesos\\_de\\_obtencion\\_de\\_harina\\_de\\_maz\\_no-nixtamalizada\\_y\\_sus\\_usos/file/9fcfd504fa3340f548.pdf](http://www.researchgate.net/publication/230820510_Procesos_de_obtencion_de_harina_de_maz_no-nixtamalizada_y_sus_usos/file/9fcfd504fa3340f548.pdf)

Tejero, F. (2021). La sal en panificación. <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/la-sal-en-panificacion>

Term, A., & Electrodom, A. (n.d.). Información sobre Inocuidad de Alimentos Termómetros para Aparatos Electrodomésticos.

Varela, G., Carbajal, Á., & Beltrán, B. (1998). Del pan tradicional al pan de molde. Repercusiones nutricionales. *Fundación Española de La Nutrición*, 1–43.

Várez, D. S. (n.d.). El horno morüno.

Vargas, M. (2003). El pan: alimento básico y universal. *Revista Guia.Com*, 42(72), 6 pp.

Vega, O., Marco, R., & Di Risio, C. (2015). Propiedades Físicas Y Sensoriales De Un Pan Fresco. *Revista EIA*, 12(24), 87–100.