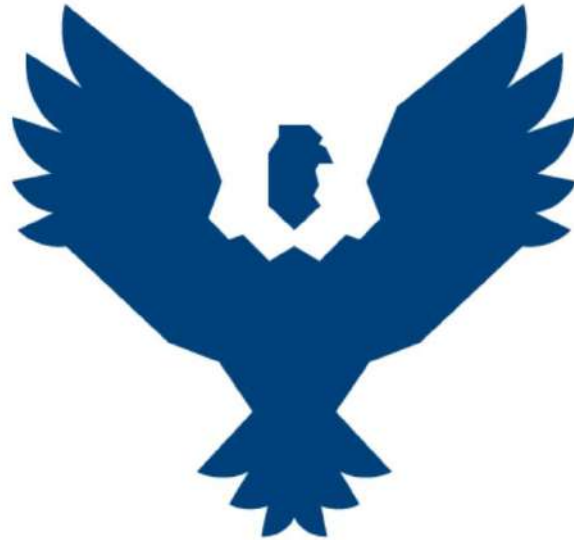




# Universidad Andina del Cusco

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL



**TESIS**

---

**“REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INCREMENTAR  
LA PRODUCTIVIDAD EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE  
LA EMPRESA TAMALES DOÑA ROSA S.A.C CUSCO - 2019”**

---

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

**Presentado por:**

Bach. Pablo Gabriel Dávalos Arregui

Bach. Bruno Del Álamo López

**Asesor:**

Ing. Rocío Muñoz Camero

CUSCO – PERÚ

2021



## AGRADECIMIENTOS

A la vida que me puso muchos obstáculos que forjaron mi carácter, los cuales asumí como mis padres me enseñaron con una lágrima en el ojo y una sonrisa en el rostro.

A mis padres, mi tía, mis hermanos, hermanas y mi abuela que ya no está presente, estuvieron presentes en todo momento de mi crecimiento personal, me ayudaron cuando más lo necesitaba y siempre se preocuparon por mi bienestar.

A los ingenieros que me enseñaron sobre que es realmente la Ingeniería Industrial y como es ser y como un ingeniero crea un mundo que nunca existió

A mis amigos con los cuales viví los mejores años de mi vida, me escucharon cuando lo necesitaba y tendieron la mano sin esperar nada a cambio.

A todas las personas que conocí, dejaron una huella en mi vida y me enseñaron lo que es disfrutar de la vida en cada respiro que doy.

**Pablo Gabriel**



A Dios y a la Virgencita María Auxiliadora, por guiar mis pasos, acompañarme y darme fortaleza para alcanzar cada una de mis metas y objetivos.

A toda mi familia, quienes son mi motivación para seguir adelante, en especial a mis padres y a mi hermana, por siempre están presentes cuando más los necesité, por buscar siempre mi desarrollo personal y profesional.

A mis amigos, por ser mi segunda familia, por acompañarme en los momentos de alegría y tristeza. Por darme fuerza y ánimos para seguir adelante.

A todas las personas que llegaron a formar parte de mi vida en la universidad. Aprendí que una verdadera amistad no se trata de quien vino primero, sino de quien se queda hasta el final.

A la empresa Tamales Doña Rosa SAC y a toda la familia Cayo Moreano por abrirnos las puertas y brindarnos su confianza para desarrollar esta investigación.

**Bruno**



## DEDICATORIA

A mi papá, mi mamá y mi hermana Malú, por el cariño incondicional, por educarme, enseñarme muchos valores, por motivarme siempre a continuar superándome y porque sin ellos no sería quien soy.

A mis abuelos: papá Feliciano y mamá Lucila, que me cuidan y guían desde el cielo, y papá Rafael y mamá Zoraida, por el cariño y apoyo que me demostraron siempre.

A mis tíos Rodolfo y Victoria, porque los considero mis mentores y por enseñarme a ver la vida desde otra perspectiva.

A toda mi familia, por demostrarme que con amor y unión todo es posible.

**Bruno**



A mi mamita Marcela que ya no está físicamente a mi lado, pero siempre sus recuerdos, besos, abrazos, las sonrisas al recibirme todos los días al desayuno quedarán en mi memoria y el hasta mañana papá Pablo me acompañará de por vida.

A André, Sebastián y Maia, ustedes son el brillo de mis ojos desde el día que nacieron, sepan que soy de ustedes y para ustedes, estaré presente cuando logren todos vuestros objetivos.

A mi papá y mamá que fueron pacientes conmigo, me alentaron y me enseñaron con el ejemplo como es ser una persona de noble corazón, pero también cabeza fría para asumir los errores y corregirlos.

A toda mi familia en general, porque sin ellos no podría estar donde estoy, tuvimos etapas muy difíciles las cuales superamos juntos, y me enseñaron que no hay problema que dure pare siempre, hay una solución al final.

**Pablo Gabriel**



NOMBRES Y APELLIDOS DE JURADO DE LA TESIS Y DEL ASESOR Y CO-ASESOR

ASESOR DE TESIS:      Ing. Roció Muñoz Camero

DICTAMINANTES:      Ing. Jesús Raúl Blanco Velasco

                                 Ing. Guido Elías Farfán Escalante



## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>II</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>IV</b>
<b>RELACIÓN DE FIGURAS .....</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMEN .....</b>	<b>XV</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>XVII</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XIX</b>
<b>CAPÍTULO I. ....</b>	<b>1</b>
<b>EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. Planteamiento del Problema .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. Formulación del Problema .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.1. Problema General .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.2. Problemas Específicos.....</b>	<b>2</b>
<b>1.3. Justificación .....</b>	<b>2</b>
<b>1.3.1. Conveniencia.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.2. Relevancia social.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.3. Implicancias prácticas.....</b>	<b>3</b>
<b>1.3.4. Valor teórico .....</b>	<b>3</b>
<b>1.4. Delimitación del estudio.....</b>	<b>4</b>
<b>1.4.1. Delimitación Espacial.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5. Objetivo de la investigación.....</b>	<b>4</b>
<b>1.5.1. Objetivo general .....</b>	<b>4</b>
<b>1.5.2. Objetivos específicos .....</b>	<b>4</b>
<b>CAPITULO II.....</b>	<b>5</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1 Antecedentes.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1.1 Antecedentes a nivel nacional.....</b>	<b>5</b>



2.1.2.	Antecedentes a nivel internacional .....	11
2.2.	Bases teóricas - científicas.....	14
2.3.	Definición de variables .....	30
2.4.	Operacionalización de variables .....	31
<b>CAPITULO III. ....</b>		<b>32</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>		<b>32</b>
3.1.	Tipo de investigación.....	32
3.2.	Nivel de investigación.....	32
3.3.	Diseño de investigación .....	32
3.4.	Método de investigación.....	33
3.5.	Enfoque de investigación .....	33
3.6.	Población y Muestra.....	33
3.7.	Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos.....	35
3.8.	Instrumentos de recolección de datos.....	36
3.9.	Procedimiento de análisis de datos .....	36
<b>CAPITULO IV.....</b>		<b>38</b>
<b>DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA ANTES DE APLICAR LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....</b>		<b>38</b>
4.1.	Análisis del diagnóstico .....	38
4.2.	Descripción del proceso de producción de tamales.....	43
4.3.	Descripción de maquinaria y equipos.....	45
4.4.	Estudio de tiempos antes de la redistribución de planta .....	57
4.5.	Diagrama de Actividades de Proceso antes de la redistribución de planta	61
4.6.	Diagrama de Operaciones de Proceso antes de la redistribución de planta	65
4.7.	Descripción del plano de distribución antes de la redistribución de planta	67
4.8.	Diagrama de recorrido antes de la redistribución de planta .....	67
<b>CAPITULO V. ....</b>		<b>72</b>





<b>APLICACIÓN DE LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA .....</b>	<b>72</b>
<b>5.1. Método de Guerchet .....</b>	<b>72</b>
<b>5.2. Tabla relacional de actividades .....</b>	<b>80</b>
<b>Resultado .....</b>	<b>83</b>
<b>5.3. Estudio de tiempos aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>84</b>
<b>5.4. Diagrama de Análisis de Proceso aplicando la redistribución de planta ....</b>	<b>88</b>
<b>5.5. Diagrama de Operaciones de Proceso aplicando la redistribución de planta</b>	<b>92</b>
<b>5.6. Descripción del plano aplicando la redistribución de planta .....</b>	<b>94</b>
<b>5.7. Diagrama de Recorrido aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>94</b>
<b>CAPITULO VI.....</b>	<b>99</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>99</b>
<b>6.1. Resultados respecto al objetivo general .....</b>	<b>99</b>
<b>6.2. Resultados respecto a los objetivos específicos .....</b>	<b>103</b>
<b>6.2.1. Resultados respecto al primer objetivo específico.....</b>	<b>103</b>
<b>6.2.2. Resultados respecto al segundo objetivo específico.....</b>	<b>107</b>
<b>6.3. Análisis de Costo – Beneficio .....</b>	<b>111</b>
<b>6.3.1. Análisis de Costos .....</b>	<b>111</b>
<b>6.3.2. Análisis de Beneficio.....</b>	<b>112</b>
<b>6.3.3. Análisis Beneficio – Costo.....</b>	<b>117</b>
<b>CAPITULO VII. ....</b>	<b>118</b>
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>118</b>
<b>7.1. Contrastación de resultados con los referentes bibliográficos .....</b>	<b>118</b>
<b>7.2. Aporte científico de la investigación .....</b>	<b>120</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>121</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>122</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....</b>	<b>123</b>



**ANEXOS ..... 125**



## RELACIÓN DE TABLAS

<b>Tabla 1. Diagrama de Operaciones de Proceso .....</b>	<b>25</b>
<b>Tabla 2. Diagrama de Actividades de Proceso .....</b>	<b>26</b>
<b>Tabla 3. Esfuerzo Mental.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 4. Esfuerzo Físico.....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 5. Monotonía .....</b>	<b>28</b>
<b>Tabla 6. Operacionalización de Variables .....</b>	<b>31</b>
<b>Tabla 7. Población.....</b>	<b>34</b>
<b>Tabla 8. Procesos para la elaboración de 440 tamales.....</b>	<b>57</b>
<b>Tabla 9. Actividades del Proceso Elaboración de 440 tamales .....</b>	<b>61</b>
<b>Tabla 10. Método Guerchet para la población.....</b>	<b>74</b>
<b>Tabla 11. Método Guerchet para la población.....</b>	<b>75</b>
<b>Tabla 12. Método Guerchet para la población aplicando la redistribución de planta ....</b>	<b>77</b>
<b>Tabla 13. Método Guerchet para la población aplicando la redistribución de planta ....</b>	<b>78</b>
<b>Tabla 14. Valor de proximidad .....</b>	<b>80</b>
<b>Tabla 15. Cuadro de motivos .....</b>	<b>81</b>
<b>Tabla 16. Actividades del Proceso Elaboración de 440 tamales .....</b>	<b>88</b>
<b>Tabla 17. Comparación de actividades de operaciones y almacén antes de la redistribución de planta vs aplicando la redistribución de planta .....</b>	<b>109</b>
<b>Tabla 18. Comparación de la actividad de transporte antes de la redistribución de planta vs aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>110</b>
<b>Tabla 19. Costos de Horas-Hombre.....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 20. Costos de mano de obra .....</b>	<b>111</b>
<b>Tabla 21. Costo total de la redistribución .....</b>	<b>112</b>



## RELACIÓN DE FIGURAS

<b>Figura 1. Ubicación Geográfica .....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 2. Distribución por posición fija .....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 3. Distribución por proceso o función .....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 4. Distribución en cadena, línea o por producto .....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 5. Logo de Empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. ....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 6. Organigrama de Tamales Doña Rosa S.A.C. ....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 7. Matriz FODA de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 8. Molino de granos.....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 9. Recipiente de harina .....</b>	<b>46</b>
<b>Figura 10. Cocina Industrial .....</b>	<b>47</b>
<b>Figura 11. Olla industrial .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 12. Tamizador de acero inoxidable .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 13. Pozas de desinfección.....</b>	<b>49</b>
<b>Figura 14. Carro transportador.....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 15. Mesa industrial.....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 16. Mesa de Trabajo .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 17. Congeladora Industrial .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 18. Batidora industrial.....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 19. Estante de madera .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 20. Balanza digital.....</b>	<b>54</b>
<b>Figura 21. Tina .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 22. Pozas de agua .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 23. Peladora de granos de maíz .....</b>	<b>56</b>
<b>Figura 24. Estudio de tiempos del Proceso 1: Acondicionamiento de pancas antes de la redistribución de planta.....</b>	<b>58</b>
<b>Figura 25. Estudio de tiempos del Proceso 2: Preparación de harina de maíz antes de la redistribución de planta.....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 26. Estudio de tiempos del Proceso 3: Preparación del tamal antes de la redistribución de planta.....</b>	<b>60</b>
<b>Figura 27. Diagrama de Análisis de Proceso 1: Acondicionamiento de Pancas antes de la Redistribución de Planta .....</b>	<b>62</b>



<b>Figura 28. Diagrama de Análisis de Proceso 2: Preparación de Harina de Maíz antes de la Redistribución de Planta .....</b>	<b>63</b>
<b>Figura 29. Diagrama de Análisis de Proceso 3: Preparación del tamal antes de la Redistribución de Planta .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 30. Diagrama de Operaciones de Proceso antes de la redistribución de planta ..</b>	<b>66</b>
<b>Figura 31. Diagrama de Recorrido para la elaboración de 440 tamales antes de la Redistribución de Planta .....</b>	<b>68</b>
<b>Figura 32. Diagrama de Recorrido para el acondicionamiento de pancas antes de la Redistribución de Planta .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 33. Diagrama de Recorrido para la preparación de Harina de Maíz antes de la Redistribución de Planta .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 34. Diagrama de Recorrido para la elaboración del Tamal antes de la Redistribución de Planta .....</b>	<b>71</b>
<b>Figura 35. Tabla Relacional de Actividades .....</b>	<b>82</b>
<b>Figura 36. Estudio de tiempos del Proceso 1: Acondicionamiento de pancas aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>85</b>
<b>Figura 37. Estudio de tiempos del Proceso 2: Preparación de harina de maíz aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>86</b>
<b>Figura 38. Estudio de tiempos del Proceso 3: Preparación del tamal aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>87</b>
<b>Figura 39. Diagrama de Análisis de Proceso 1: Acondicionamiento de panca aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>89</b>
<b>Figura 40. Diagrama de Análisis de Proceso 2: Preparación de harina de maíz aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>90</b>
<b>Figura 41. Diagrama de Actividades de Proceso 2: Preparación del tamal aplicando la redistribución de planta.....</b>	<b>91</b>
<b>Figura 42. Diagrama de Operaciones de Proceso aplicando la redistribución de planta</b>	<b>93</b>
<b>Figura 43. Diagrama de Recorrido para la elaboración de 440 tamales aplicando la Redistribución de Planta .....</b>	<b>95</b>
<b>Figura 44. Diagrama de Recorrido para el acondicionamiento de Pancas aplicando la Redistribución de Planta .....</b>	<b>96</b>
<b>Figura 45. Diagrama de Recorrido para la preparación de Harina de Maíz aplicando la Redistribución de Planta .....</b>	<b>97</b>



<b>Figura 46. Diagrama de Recorrido para la elaboración del Tamal aplicando la Redistribución de Planta .....</b>	<b>98</b>
<b>Figura 47. Adquisición de canastilla.....</b>	<b>132</b>
<b>Figura 48. Adquisición de manguera.....</b>	<b>133</b>



## RESUMEN

Esta presente investigación se realizó en la empresa de Tamales Doña Rosa S.A.C que se dedica a la producción y venta de tamales en la ciudad del Cusco. La empresa produce lotes de 440 tamales, teniendo un abastecimiento de sacos de maíz de 90kg, sacos de pancas secas de 10kg, 8kg en sacos de cal e insumos, entre los cuales están huevos, cebolla, carne picada, manteca y pisco en cada recepción de materia prima, La empresa utiliza 15kg de maíz en cada lote de producción y 440 pancas secas juntos a los insumos.

El objetivo general de la investigación es realizar una redistribución de planta para incrementar la productividad. Se utilizó la metodología de redistribución de planta, técnicas e instrumentos de recolección de datos, se describió el proceso productivo, de la maquinaria y equipos, se desarrolló un estudio de tiempos antes de la redistribución, se desarrolló un Diagrama de Análisis de Proceso y un Diagrama de Operaciones de Proceso para la elaboración de tamales, se elaboró y describió el plano de distribución de planta antes de aplicar la redistribución, se realizó un diagrama de recorrido antes de aplicar la redistribución de planta y finalmente con estos datos se realizó un diagnóstico de la situación actual, entonces se determinó que la empresa cuenta con un área de producción de 128.233 m<sup>2</sup>, se realizan tres procesos simultáneamente los cuales son:

Proceso 1: Acondicionamiento de pancas, con un tiempo requerido de producción de 221.37 min y una distancia de recorrido de 47.36 metros.

Proceso 2: Preparación de Harina de Maíz, con un tiempo requerido de producción de 200.39 minutos y una distancia de recorrido de 105.71 metros.

Proceso 3: Preparación del tamal, con un tiempo requerido de producción de 446.32 minutos y una distancia de recorrido de 772.01 metros.

Se tomó en cuenta el tiempo más largo de producción (446.32 minutos) como tiempo total requerido de producción, y una distancia de recorrido total de 925.08 metros.

Se analizó y determinó la necesidad de mover las maquinarias y equipos, así mismo la adquisición dos equipos denominados Manguera y Canastilla, los cuales disminuirán las distancias de recorrido y tiempos en la producción de los tamales. Con todos estos resultados se calculó la productividad de la empresa antes de la redistribución de planta.

Proceso 1: Acondicionamiento de pancas teniendo una productividad de 2.168 lotes/8h equivalente a 953 pancas/8h.



Proceso 2: Preparación de Harina de Maíz, teniendo una productividad de 2.395 lotes/8h equivalente a 35.925 kg/8h.

Proceso 3: Preparación del tamal, teniendo una productividad de 1.075 lotes/8h equivalente a 473 tamales/8h.

Se aplicó la redistribución en la sección de desinfección y cocina, sección de preparado y la sección de pelado y almacén, se calculó los resultados y fueron los siguientes.

Proceso 1: Acondicionamiento de pancas, con un tiempo requerido de producción de 219.29 min y una distancia de recorrido de 35.47 metros, se obtuvo una disminución en 2.08 min y 11.89 metros.

Proceso 2: Preparación de Harina de Maíz, con un tiempo requerido de producción de 192.08 minutos y una distancia de recorrido de 53.94 metros, se obtuvo una disminución en 8.31 min y 51.77 metros.

Proceso 3: Preparación del tamal, con un tiempo requerido de producción de 430.20 minutos y una distancia de recorrido de 498.21 metros, se obtuvo una disminución en 16.12 min y 273.8 metros.

Con todos estos resultados se calculó la productividad de la empresa aplicando la redistribución de planta.

Proceso 1: Acondicionamiento de pancas teniendo una productividad de 2.1188 lotes/8h equivalente a 962 pancas/8h, se obtuvo una variación de 0.020 lotes/8h, lo que equivale a 9 pancas/8h, es decir un incremento de productividad de 0.922%.

Proceso 2: Preparación de Harina de Maíz, teniendo una productividad de 2.499 lotes/8h equivalente a 37.485 kg/8h, se obtuvo una variación de 0.104 lotes/8h, lo que equivale a 1.56kg/8h, es decir un incremento de productividad de 4.344%.

Proceso 3: Preparación del tamal, teniendo una productividad de 1.116 lotes/8g equivalente a 491 tamales/8h, se obtuvo una variación de 0.041 lotes/8h, lo que equivale a 18tamales/8h, es decir un incremento de productividad de 3.814%.

Se determinó un incremento total en la productividad aplicando la redistribución de planta del 9.08%

**Palabras clave:** Distribución de planta, productividad.





## ABSTRACT

This present investigation was carried out in the company of Tamales Doña Rosa S.A.C that is dedicated to the production and sale of tamales in the city of Cusco. The company produces batches of 440 tamales, having a supply of 90kg sacks of corn, 10kg sacks of dried pancas, 8kg in sacks of lime and supplies, among which are eggs, onion, minced meat, butter and pisco at each reception. of raw material. The company uses 15kg of corn in each production batch and 440 dry pans together with the inputs.

The general objective of the research is to carry out a plant redistribution to increase productivity. The plant redistribution methodology, data collection techniques and instruments were used, the production process, machinery and equipment were described, a time study was developed before the redistribution, a Process Analysis Diagram and a Process Operations Diagram for the preparation of tamales, the floor plan distribution is developed and described before applying the redistribution, a route diagram was made before applying the floor redistribution and finally a diagnosis of the situation was made with these data current, then it was determined that the company has a production area of 128,233 m<sup>2</sup>, three processes are carried out simultaneously which are:

Process 1: Pancas conditioning, with a required production time of 221.37 min and a travel distance of 47.36 meters.

Process 2: Corn Flour Preparation, with a required production time of 200.39 minutes and a travel distance of 105.71 meters.

Process 3: Preparation of the tamale, with a required production time of 446.32 minutes and a travel distance of 772.01 meters.

The longest production time (446.32 minutes) was taken into account as the total required production time, and a total travel distance of 925.08 meters.

The need to move machinery and equipment was analyzed and determined, as well as the acquisition of two pieces of equipment called Hose and Canastilla, which will reduce travel distances and times in the production of tamales. With all these results, the productivity of the company was calculated before the plant redistribution.

Process 1: Packaging of pancas having a productivity of 2,168 batches / 8h equivalent to 953 pancas / 8h.



Process 2: Corn Flour Preparation, having a productivity of 2,395 batches / 8h equivalent to 35,925 kg / 8h.

Process 3: Preparation of the tamale, having a productivity of 1,075 batches / 8h equivalent to 473 tamales / 8h.

The redistribution was applied in the disinfection and kitchen section, preparation section and the peeling and storage section, the results were calculated and were as follows.

Process 1: Pancas conditioning, with a required production time of 219.29 min and a travel distance of 35.47 meters, a decrease of 2.08 min and 11.89 meters was obtained.

Process 2: Corn Flour Preparation, with a required production time of 192.08 minutes and a travel distance of 53.94 meters, a decrease was obtained in 8.31 min and 51.77 meters.

Process 3: Preparation of the tamale, with a required production time of 430.20 minutes and a travel distance of 498.21 meters, a decrease was obtained in 16.12 min and 273.8 meters.

With all these results, the productivity of the company was calculated by applying the plant redistribution.

Process 1: Packaging of pancas having a productivity of 2.1188 batches / 8h equivalent to 962 batches / 8h, a variation of 0.020 batches / 8h was obtained, which is equivalent to 9 pancas / 8h, that is, a productivity increase of 0.922%.

Process 2: Corn Flour Preparation, having a productivity of 2,499 batches / 8h equivalent to 37,485 kg / 8h, a variation of 0.104 batches / 8h was obtained, which is equivalent to 1.56kg / 8h, that is, an increase in productivity of 4.344%.

Process 3: Preparation of the tamale, having a productivity of 1,116 batches / 8g equivalent to 491 tamales / 8h, a variation of 0.041 batches / 8h was obtained, which is equivalent to 18tamales / 8h, that is, an increase in productivity of 3,814%.

A total increase in productivity was determined by applying the plant redistribution of 9.08%

**Keywords:** Plant distribution, productivity.



## INTRODUCCIÓN

La empresa Tamales Doña Rosa S.A.C es una empresa que se dedica a la producción y venta de tamales en la ciudad del Cusco, con proyecciones de expansión a otras regiones del país, esta busca diferenciarse de la competencia por ende se busca por medio de una redistribución de planta para incrementar la productividad que busca lograr una mayor producción empleando la misma cantidad de recursos por hora de trabajo invertida, sin comprometer la calidad que corresponde al producto.

El presente trabajo está estructurado de la siguiente forma:

**En el primer capítulo.** Se realiza un diagnóstico para conocer el problema general, los problemas específicos los cuales engloban a la distribución de planta y el incremento de la productividad, justificándolos objetivos de la tesis, se menciona la justificación de la investigación, la conveniencia, relevancia social, implicancias prácticas, valores teóricos y las delimitaciones de estudio tanto espacial como temporal.

**En el segundo capítulo.** Se desarrolla el marco teórico de la investigación fundamentada en los antecedentes nacionales e internacionales, los conceptos relacionados a la redistribución de planta y productividad, hipótesis, variables e indicadores y el cuadro de operacionalización de variables.

**En el tercer capítulo.** Se indica la metodología de investigación, la población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y el posterior procedimiento para analizar los datos obtenidos.

**En el cuarto capítulo.** Se muestra el diagnóstico realizado a la empresa, se describió el proceso productivo, de la maquinaria y equipos, se desarrolló un estudio de tiempos antes de la redistribución, se desarrolló un Diagrama de Análisis de Proceso y un Diagrama de Operaciones de Proceso para la elaboración de tamales, se elaboró y describió el plano de distribución de planta antes de aplicar la redistribución, se realizó un diagrama de recorrido antes de aplicar la redistribución de planta y finalmente con estos datos se hizo el análisis del diagnóstico de la empresa antes de aplicar la redistribución de planta.

**En el quinto capítulo.** Se aplica el método Guerchet, se desarrollaron tablas relacionales, el estudio de tiempos, el Diagrama de Análisis del Proceso, Diagrama de Operaciones de Proceso, se elaboró y describió el plano de distribución y el diagrama de recorrido aplicando la redistribución de planta.



**En el sexto capítulo.** Se obtuvieron los resultados de la investigación respecto al objetivo general y los objetivos específicos planteados y se realiza un análisis de Costo – Beneficio, permitiendo saber si la inversión realizada es rentable en el plazo de un año operativo de la empresa.

**En el séptimo capítulo.** Se realiza la discusión de resultados, se contrastan los resultados con los referentes bibliográficos, la base en la hipótesis y el aporte científico de la investigación.

Y finalmente

Con los resultados, se llegó a las conclusiones respecto a los objetivos, dando de igual forma recomendaciones para la empresa.



## CAPÍTULO I.

### EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del Problema

Según (MUTHER, 1970) En este mundo globalizado las empresas buscan incrementar sus márgenes de beneficio y para esto es necesario tener un adecuado diseño y distribución de planta lo cual implica el ordenamiento físico de los elementos industriales y comerciales. Este ordenamiento físico se basa en los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores y todas las actividades logrando como objetivo disponer de estos elementos de manera que aseguren un flujo continuo de trabajo, llegando a ser satisfactoria para los empleados, de tal manera que contribuyamos a un proceso productivo eficaz que se verá reflejado en el incremento de productividad, incremento de producción, incremento de recursos, lo que desemboca en un beneficio económico en la producción y para la empresa.

Según (Forero & Cardona, 2012) La implementación de una distribución en planta apropiada es una de las tareas más significativas y una de las más críticas para mejorar el proceso de producción dentro de la empresa. Los principales problemas en la distribución en planta surgen cuando estos estudios son realizados sin demasiada importancia, ignorando los objetivos y metas a mediano y largo plazo. Por lo general se diseñan distribuciones para las condiciones de inicio, sin embargo, a medida que la organización crece y se producen cambios, estas se vuelven deficientes.

Según (García Criollo, 2005) Antes de que existieran las grandes empresas como las que ahora conocemos, la producción era escasa y no cubría necesidades de un número de consumidores de cada día mayor. Esta situación se debía en gran parte al método manual de producción que era lento y rudimentario, lo que origino que algunos hombres de ingenio idearan nuevos métodos de producción y desarrolla maquinaria que suplían con enorme ventaja a los individuos que tenían habilidad para hacer determinado artículo.

La implantación de nuevos métodos de producción simplifica el trabajo de los artesanos y al mismo tiempo beneficio a todo el público pues se podían adquirir mayor cantidad de artículos a precios bajos. Sin embargo, en tanto que los métodos de producción mejoran cada día no sucedió lo mismo con los métodos administrativos que eran inútiles para resolver una gran cantidad de problemas originados dentro de las propias fábricas. Por medio del estudio de movimiento se puede alisar cualquier trabajo para lograr la simplificación del mismo el uso de



estas técnicas para analizar y simplificar cualquier operación o proceso no requiere conocimientos o estudios académicos esta sencilla aplicación que tan sólo con la habilidad analítica complementada con criterio práctico y un espíritu de Progreso se logra ahorrar trabajo y reducir el esfuerzo y la fatiga del trabajador.

La distribución física constituye un elemento importante de todo sistema de producción que incluye tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, enrutamiento y despacho. (MUTHER, 1970)

El área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. contaba con una distribución de planta desfavorable, que ocasionaba una baja producción de tamales que insatisfacía la demanda del mercado.

La distribución de la planta desfavorable daba como resultado largas distancias entre maquinarias y equipos, tiempos innecesarios de recorrido de material, movimientos innecesarios de la mano de obra, uso desfavorable de la materia prima (maíz y pancas) e inconformidades del personal ocasionadas por incongruencias en la secuencia del proceso y elevados costos de producción.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema General**

- ¿En qué medida redistribuir la planta incrementará la productividad en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco - 2019?

### **1.2.2. Problemas Específicos**

- ¿En qué medida redistribuir la planta incrementará la producción en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco - 2019?
- ¿En qué medida redistribuir la planta optimizará el uso de los recursos del proceso productivo en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco - 2019?

## **1.3. Justificación**

Esta investigación busca incrementar la productividad, para lo cual realizamos una redistribución de planta con lo que se busca lograr una mayor producción empleando la misma cantidad de recursos por hora de trabajo invertida, sin comprometer la calidad que corresponde al producto. Además, considerar las nuevas proyecciones que indican un crecimiento en la producción de tamales en el presente y futuro, lo que representaría un beneficio para la empresa,



ya que optimizando la producción se llegaría a la economía de escala, pudiendo cubrir la demanda de más clientes con un menor costo por unidad producida. Cabe recalcar, que se cuenta con los volúmenes adecuados de materia prima (maíz y pancas) como para garantizar el funcionamiento continuo de la planta en la ciudad del Cusco.

### **1.3.1. Conveniencia**

Si bien a partir de abril del 2017 (creación de la empresa), se logró implementar una distribución de planta, no se basó en un método científico, se realizó de forma empírica, entonces no fue diseñada para aprovechar el óptimo uso de los recursos. Se aplicó una redistribución de planta de manera adecuada, para así incrementar la productividad, la producción y optimizar el uso de recursos en la empresa, por tanto, la importancia de la gestión del conocimiento respecto a la redistribución de planta y productividad se vuelve prioridad para garantizar el buen manejo de recursos para que se aprovechen de la mejor forma posible.

### **1.3.2. Relevancia social**

La presente investigación tiene como objetivo redistribuir la planta en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. para incrementar la productividad, resultante del incremento de la producción usando los mismos o menos recursos en un ciclo de producción. Se busca contribuir con el crecimiento de la empresa y sus trabajadores para que logren un desempeño eficiente en las actividades de producción dentro de la empresa.

### **1.3.3. Implicancias prácticas**

En la presente investigación se aplicaron conceptos de distribución de planta y productividad, los cuales fueron adquiridos durante la etapa de estudios universitarios en la escuela profesional de Ingeniería Industrial que se complementarán con los antecedentes utilizados para realizar el trabajo de investigación permitiendo así comparar los datos adquiridos en el diagnóstico de la distribución de planta con los datos obtenidos luego de la aplicación de la redistribución de planta.

### **1.3.4. Valor teórico**

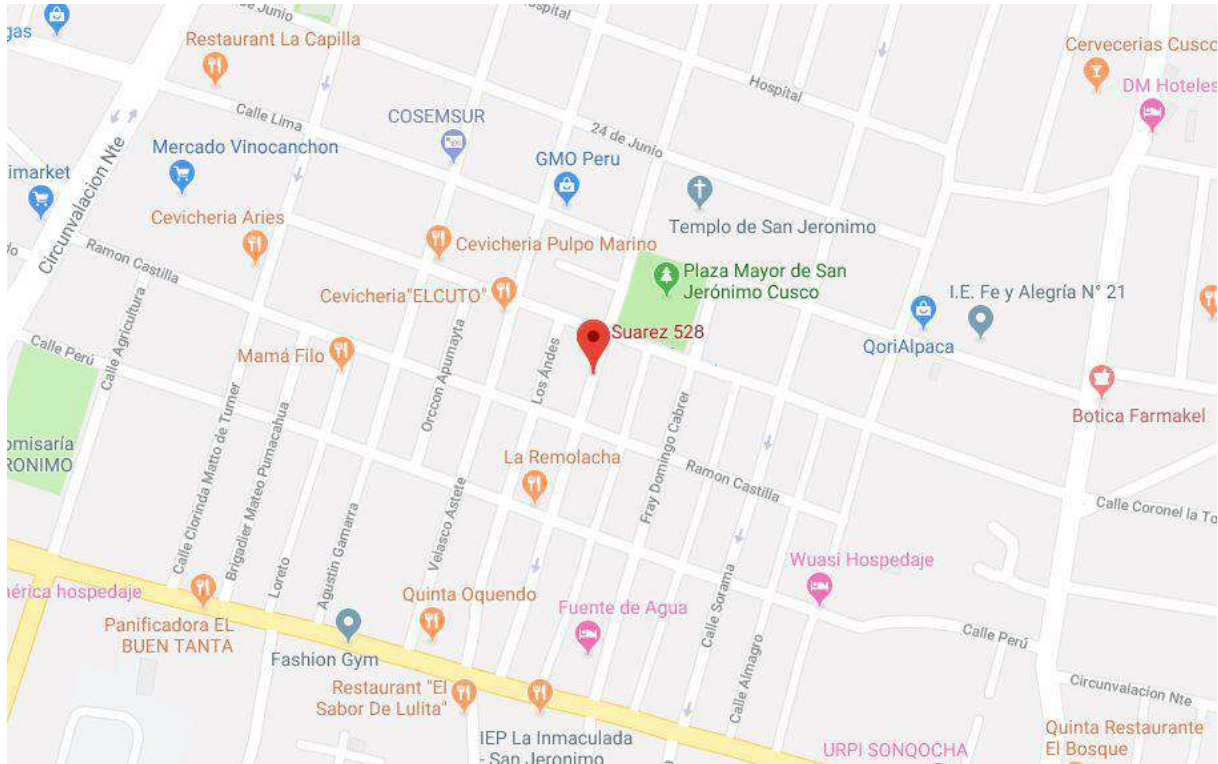
Las bases teórico - científicas que se utilizaron para la presente investigación es la de distribución de planta y productividad sobre la producción, así como el óptimo uso de recursos en la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.



## 1.4. Delimitación del estudio

### 1.4.1. Delimitación Espacial

La presente investigación se realizó en la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. ubicada en Calle Suarez N°528, en el distrito de San Jerónimo, provincia del Cusco, departamento de Cusco.



**Figura 1. Ubicación Geográfica**

**Fuente:** (Google, 2020)

### 1.4.2. Delimitación temporal

Esta investigación fue realizada durante septiembre del 2019 hasta marzo del 2020.

## 1.5. Objetivo de la investigación

### 1.5.1. Objetivo general

- Redistribuir la planta para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco – 2019.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Incrementar la producción mediante una redistribución de planta en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco – 2019.
- Optimizar el uso de los recursos del proceso productivo mediante una redistribución de planta en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa. Cusco – 2019.





## CAPITULO II.

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes

##### 2.1.1 Antecedentes a nivel nacional

- a) **“PROPUESTA DE REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONSTRUCTORA GALILEA SAC - PIMENTEL 2018”**

**Autor:** Bello Figueroa, Kristh Kelly

**Institución:** Universidad Señor de Sipán

**Lugar y fecha:** Pimentel – Perú 2019

### OBJETIVOS

#### Objetivo General

Diseñar una nueva distribución de planta para mejorar la productividad de la constructora Galilea S.A.C.

#### Objetivos Específicos

- Diagnosticar los elementos de la distribución administrativa actual de las áreas de la constructora Galilea S.A.C.
- Establecer los problemas principales en la distribución en el área administrativa.
- Elaborar la propuesta de la redistribución para la Constructora Galilea S.A.C.
- Calcular el beneficio/costo de la Constructora Galilea S.A.C.

### RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo diseñar una nueva distribución de planta para mejorar la productividad de la empresa, ya que permitirá un mejor uso de recursos, tiempos y materiales el cual será beneficioso para la empresa y para sus clientes. Para cumplir con el objetivo se desarrolló los métodos SLP de distribución de planta, el cual se realizó una comparación entre lo actual y lo propuesto. Se logró determinar que la empresa realizaba los diferentes procesos con distancias muy largas lo que conllevaba a demoras. Con respecto a la nueva propuesta se obtuvo la reducción de tiempos en recorrido, el primer proceso se realiza 15.64 horas menos que el actual y con una mejora de productividad de 14%, el segundo proceso realiza 11.23 horas



menos que el actual y con una mejora de productividad de 26% y el tercer proceso 3.82 horas menos que el actual y con una mejora del 11% de la productividad. Lo que en ocasiones causaba molestias y demoras en lo que era trámites documentarios. Se determinó los principales procesos ANTE PROYECTO, TRÁMITES DE INICIO DE OBRA e INICIO DE OBRA, las cuales para realizar estos diferentes procesos había un desorden entre áreas lo que ocasionaba pérdida de tiempos al desplazarse entre áreas y se observó que también existía problemas de demoras en la área de IMPRESIONES ya que se contaba con pocas máquinas y no contaban con una máquina especialmente para planos, impresiones A2 y A3 lo que ocasionaba que el personal pierda el tiempo en desplazarse a establecimientos fuera de la empresa, mal gastando tiempo y no concluyendo con su trabajo diario. Se podrá logra con la siguiente investigación el lector le dará una visión de alternativa de mejora para una correcta distribución de planta en una constructora, así como la relación de actividades y el uso eficiente de espacios y recursos en las diferentes áreas de la organización. Dicha propuesta nos da un costo beneficio de 2.9, lo que explica que por cada sol invertido habrá un beneficio para la empresa de 1.9 soles.

### CONCLUSIONES

- a) Se ha podido diagnosticar que en los tres meses que se visualizó el diseño actual de la constructora Galilea S.A.C., tiene un flujo de procesos aglomerado conllevando así a un cuello de botella en el primer proceso lo cual este logrará que los trámites documentarios planeados a realizarse no se conllevan a terminar en la fecha indicada, debido a esto se generará una pérdida económica para la empresa.
- b) Los principales problemas existentes se visualizaron en los tres procesos principales y se obtuvieron por el Diagrama de Pareto que permitió mostrar gráficamente 80/20 de todos los procesos que se realizan en la empresa. Y se eligieron tres de ellos, los cuales se han utilizado en toda la investigación, donde el primer proceso ANTEPROYECTO es el cuello de botella y sin él no se pueden realizar los siguientes dos procesos TRÁMITES DE INICIO DE OBRA e INICIO DE OBRA.
- c) Se planteó la implementación de una nueva área de Impresiones, ya que una sola área de Impresiones no abastecía las treinta y nueve áreas. Debido a esto causaba demoras, fastidio en el turno de la mañana donde se lleva a cabo mayor trámite documentario, y con la nueva implementación se logrará mayor velocidad en otorgar los documentos solicitados por diferentes áreas u oficinas, reduciendo la congestión de cruces. Se puede afirmar que se logró una reducción de tiempo de los tres procesos principales dando en el primer proceso Anteproyecto una diferencia de 15.64 horas del tiempo actual y con



una variación de aumento de productividad con respecto al tiempo de 14%, el segundo proceso Trámite de Inicio de obra se observa una diferencia de 11.23 del tiempo actual y con una variación de aumento de productividad de 26%, y en el tercer proceso Inicio de obra se observa una diferencia de 3.82 horas del tiempo actual y con una variación de aumento de productividad de 11%. Y se puede concluir que con lo desarrollado se va a lograr terminar en la fecha indicada.

d) El cálculo del costo/beneficio de la propuesta es de 2.9, lo que explica que por cada sol invertido habrá un beneficio para la empresa de 1.9 soles lo cual implica que este proyecto es rentable, obteniendo mejoras, mayor productividad del personal, disminuyendo tiempo en los trámites documentarios, logrando obtener un ambiente satisfactorio y de esta manera se puede recuperar la inversión en un transcurso de un año.

**b) “REDISTRIBUCION DE PLANTA EN EL AREA DE PRODUCCION PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA FABRICA DE TEJIDOS MARANGANI S.A. CUSCO - 2017”**

**Autor:** Huñuruco Salas, Libsy Kely

Vargas Mérida, Jorge Mauricio

**Institución:** Universidad Andina del Cusco

**Lugar y fecha:** Cusco – Perú 2018

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Incrementar la productividad en el área de producción de la fábrica de tejidos Marangani S.A. mediante una redistribución de planta

### **Objetivos Específicos**

- Incrementar la producción en el área de producción de la fábrica de tejidos Marangani S.A. mediante una redistribución de planta.
- Optimizar el uso de recursos en el área de producción de la fábrica de tejidos Marangani S.A. mediante una redistribución de planta.



## RESUMEN

Esta investigación se realizó en la Fábrica de Tejidos Marangani S.A., empresa textil que produce chalinas, frazadas y mantas, el enfoque está en la producción de mantas. El área de producción se divide en 7 secciones que vienen a ser: lavados, teñidos, hilados, tejido, acabados, mantenimiento y caldero.

Mediante un diagnóstico se determina la necesidad de las secciones de lavado, teñido, hilado, tejido y acabados se encuentren secuencialmente debido a la continuidad de las actividades de producción, el problema se encuentra en la sección de teñidos que se encuentra a 154.38m. Separado de la sección de lavados, también en la sección caldero la cual abastece con vapor de agua a la sección lavados, teñidos y acabados, la distancia que tiene el recorrido del vapor entre estas secciones es de 89.806m., 59.196m. y 65.862m. Respectivamente, el tiempo de producción para un lote de 600 mantas es 1582 minutos. El objetivo es realizar una redistribución de planta en el área de producción para incrementar su productividad.

Se utilizó la metodología de la redistribución de planta, técnicas e instrumentos para la recolección de datos. Se realiza el Diagrama de Análisis del Proceso para la elaboración de un lote de 600 mantas, se describe la maquinaria para desarrollar el método de Guerchet y la tabla de relaciones, se realiza el diagrama de recorrido antes de la redistribución y se realiza el cálculo de la productividad antes de realizar la redistribución y el resultado es de 0.3034 lote/8h lo cual equivale a 182 mantas/8 h.

Se procedió con la aplicación de la redistribución en la sección de teñidos y caldero. La distancia que separa lavado de teñido es de 43.77m., la distancia de recorrido del vapor del caldero a las secciones de lavado, teñido y acabado es de 29.80m., 31.02m. Y 62.30m. Respectivamente con estas distancias el tiempo de producción para un lote de 600 mantas demanda 1376 minutos. Con este resultado se realiza el cálculo de la productividad aplicando la redistribución y el resultado es de 0.3488 lote/8 h lo cual equivale a 209 mantas/8 h, de tal manera que se logra incrementar la productividad en 14.96%.

## CONCLUSIONES

La implementación de la redistribución de planta en el área de producción generó en la fábrica un incremento de la productividad que se calculó con respecto al tiempo empleado para la producción de un lote de 600 mantas, por lo que se determinó que la productividad con la redistribución de planta, antes de aplicar la redistribución fue 0.3488 lotes/8 h, lo cual equivale



a 209 mantas/8 h. Concluyendo con un aumento de productividad en 0.0454lotes/8h que vendría a ser 27 mantas/8h, lo cual equivale a un incremento de 14.96% permitiendo a la fábrica alcanzar el objetivo general planteado.

Con la aplicación de la redistribución de planta en el área de producción generó en la fábrica un incremento de la producción diaria que se calculó con respecto al tiempo empleado para la producción de un lote de 600 mantas, por lo que se determinó que la producción diaria con la distribución de planta antes de aplicar la redistribución fue 0.3034 lotes/8h, lo cual equivale a 182 mantas/8h y la producción diaria aplicando la redistribución de planta es 0.3488 lotes/8h, que vendría a ser 27 mantas/8h, lo cual equivale a un incremento de 14.96% permitiendo a la fábrica alcanzar el primer objetivo específico planteado.

Habiendo aplicado la redistribución de planta en el área de producción se logró disminuir las distancias recorridas. Se comparó el tiempo requerido para la producción de un lote de 600 mantas y se pudo determinar que el tiempo requerido para la producción de un lote de 600 mantas con la distribución de planta antes de aplicar la redistribución fue 1582 min y el tiempo requerido para la producción de un lote de 600 mantas aplicando la distribución de planta es de 1376 min. Concluyendo con una reducción del tiempo requerido para la producción de un lote de 600 mantas de 206 min. Lo cual equivale a una reducción del 13.02%, permitiendo a la fábrica alcanzar el segundo objetivo específico planteado.

**c) “DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MULTISERVICIOS CALADRI S.A.C. LIMA, 2018.”**

**Autor:** Martínez Cervantes, Luis Ricardo

**Institución:** Universidad Cesar Vallejo

**Lugar y fecha:** Lima – Perú 2018

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo General**

Determinar de qué manera la distribución de planta incrementa la productividad de la empresa Multiservicios Caladri S.A.C Lima, 2018.



### **Objetivos Específicos**

- Establecer de qué manera la distribución de planta optimiza el uso eficiente de los recursos materiales de la empresa Multiservicios Caladri S.A.C Lima, 2018.
- Establecer de qué manera la distribución de planta optimiza la eficacia del flujo productivo de la empresa Multiservicios Caladri S.A.C Lima, 2018.

### **RESUMEN**

El presente proyecto tiene como principal objetivo el análisis de la empresa con la finalidad de establecer una distribución de planta para incrementar la productividad de la empresa Multiservicios Caladri S.A.C., dedicada a la producción de uniformes, mochilas, chalecos de seguridad para distintas empresas. Este trabajo de investigación de tipo cuantitativo, además, de diseño experimental se realizó en 4 fases. En la primera fase se realizó la toma de datos, mediante la herramienta chek-list, se hicieron 30 pruebas antes de la aplicación. Mediante el diagnostico se determinó las causas directas que afectan la productividad de la empresa y se analizaron indicadores de productividad. En la segunda fase Se estableció utilizar herramientas de distribución como método Guerchet y Diagrama Relacional de Actividades los cuales nos brindaron datos negativos en cuanto a las áreas y la distancia recorrida por el operario. Luego, en la tercera fase se aplicaron métodos para hallar la mejor distribución, la mínima distancia recorrida y la optimización del uso de áreas; para pasar a la implementación, se tuvo que planear la producción, la limpieza de las áreas, y posteriormente el movimiento y traslado de equipo. Se implementó una nueva distribución de planta. En la cuarta y última fase se realizaron las 30 pruebas después de la mejora y se obtuvo como principal resultado que la productividad acrecentó en 29% de la productividad anterior (58 %) es decir un 17%, obteniendo así una productividad post test de 75%, y se determinó de acuerdo al análisis financiero que la implementación del proyecto es viable. Palabras clave: Cuantitativo, Experimental, Distribución de Planta, Productividad

### **CONCLUSIONES**

En cuanto a las conclusiones se realizan de acuerdo a los objetivos, entonces:

- Se concluye que, en cuanto a la primera hipótesis general, la productividad acrecentó en 29% de la productividad anterior (58 %) es decir un 17% ,obteniendo así una productividad post test de 75%, y se cumple el objetivo general de la tesis, la cual indica que la distribución de planta incrementará la productividad total de la empresa, para lo que se utilizó



herramientas de distribución de planta como el método Guerchet y el método relacional de actividades para disminuir distancias y tiempos y elevar la producción.

- Segunda conclusión, sobre la primera hipótesis específica, se entiende pues que, a través de la aplicación del método Guerchet el cual se encarga de proporcionar el área mínima requerida según la maquinaria, equipo y mano de obra que fluye en el proceso, todas las áreas que mantienen un contacto directo con el proceso estaban en negativo en cuanto al uso de área, es decir requería más área del que se poseía, así pues, entonces se mejoró el uso de áreas, el almacén de materia prima, siendo el mínimo requerido 21,59 m<sup>2</sup>, paso de 12 m<sup>2</sup>, a tener 22 m<sup>2</sup> aproximadamente, así también el área de producción el cual el mínimo requerido era 77,02 m<sup>2</sup> paso de 72,53 m<sup>2</sup> a tener 76,77 m<sup>2</sup>, y por último y no por tener menor prioridad, sino más bien uno de los más ampliados debido al aumento de producción, el almacén de producto terminado, siendo 24,51 m<sup>2</sup> el mínimo requerido, paso de tener 12 m<sup>2</sup> a tener 31,8 m<sup>2</sup> aproximadamente.
- Tercera conclusión, sobre la segunda hipótesis específica, la cual dice que la distribución de planta optimizará la continuidad de flujo productivo en la organización; se procedió a aplicar el método relacional de actividades el cual proporciona la mínima distancia recorrida entre las áreas, teniendo en cuenta el grado de importancia respecto a la cercanía entre estas, se mejoró la distancia que se tenía, que eran 254,6 metros hasta 29,6 metros por turno de 10 horas. Este método es uno de los más trascendentales para la investigación además del método Guerchet, ya que, al acortar distancias, se reduce el agotamiento del operario y la posibilidad de accidentes laborales ya que el operario deja de estar en movimiento 225 metros en todo el turno que le corresponde.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel internacional**

#### **a) IMPLEMENTACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN EN PLANTA EN LA MANUFACTURERA DE ARTÍCULOS DE SEGURIDAD KADIS E.U**

**Autor:** Cardona Benavides Callejas, Brian Robert

Quiroga Ariza, Jerson Alexander

**Institución:** Universidad Libre

**Lugar y fecha:** Bogotá - Colombia 2013



## OBJETIVOS

### Objetivo General

Implementar una distribución en planta de manera que se optimice el proceso de producción y el funcionamiento de la manufacturera KADIS E.U.

### Objetivos Específicos

1. Diagnosticar las fallas que presenta la empresa en el proceso de producción mejorando la capacidad de respuesta de la organización ante la implementación de la distribución en planta.
2. Planear estrategias para una efectiva implementación de distribución en planta en la manufacturera KADIS E.U
3. Desarrollar la implementación del diseño de distribución en planta para la obtención de una mejora en el proceso de producción y el funcionamiento de la manufacturera KADIS E.U.
4. Evaluar el impacto del diseño de distribución de planta sobre el proceso de manufactura de los artículos de seguridad.

## RESUMEN

La manufacturera de artículos de seguridad KADIS E.U ubicada en la ciudad de Bogotá reconocida por sus productos en otros sectores económicos como el bancario debido a la fidelización de sus clientes, maneja un nivel alto de producción y aquí radica la importancia de mejorar el funcionamiento de la planta productiva donde se planteó como objetivo principal optimizar el proceso. Se inició con el diagnóstico de la situación actual de la planta, mediante la toma de datos relacionados con las características generales de la empresa y se determina las fortalezas y debilidades que presenta la empresa, dando mayor importancia a los hallazgos en el proceso productivo de la planta. Se continúa con el análisis de los productos que se fabrican en la empresa donde se observa que las cajas fuertes tienen una rotación mucho más alta que los otros productos, por lo que se determina enfocar mayor atención a este producto al momento de realizar la caracterización del proceso productivo, en el cual se describe a través de herramientas ingenieriles las características productivas de la planta. Se determina un análisis de factores que influyen en la empresa entre los que se encuentran el flujo de materiales, el factor humano, la maquinaria y donde se observa la necesidad de realizar varias soluciones para su posterior evaluación y poder ser implementadas dentro de la planta de producción, de esta





manera se determina realizar una distribución en planta. Se realiza el análisis de relaciones de los procesos y se evalúa la utilización del espacio en la planta, determinando los objetivos a alcanzar en la implementación de planta, se realiza tres soluciones para implementar por fases y se analizan los resultados obtenidos por cada solución planteada y su impacto en el proceso productivo de la empresa. Palabras clave: Proceso productivo, implementación, análisis de relaciones, flujo de materiales, análisis de factores

## CONCLUSIONES

1. Este proyecto permitió mejorar el uso de herramientas y métodos ingenieriles y aplicarlos de la mejor forma posible para alcanzar los objetivos propuestos en el proyecto.
2. La implementación de la distribución en planta en KADIS E.U se presentó como una oportunidad para aplicar los conocimientos y realizar el uso correcto de las herramientas en el diseño de planta para una micro localización.
3. En el transcurso del desarrollo del proyecto, mientras se realizaba las actividades necesarias para el cumplimiento de los objetivos planteados se identificaron las fallas que se cometían en la empresa y dificultaban el proceso de producción de los artículos de seguridad.
4. El desarrollo de este proyecto fue una experiencia interesante debido a la interacción directa con la planta de producción donde se conoció todo el proceso de productivo de los artículos de seguridad y el funcionamiento de una empresa en este sector, por otra parte, por medio del levantamiento de información se adquirió conocimiento acerca del comportamiento de ventas, costos y los requerimientos de los clientes al momento de comprar algún artículo de seguridad.
5. La empresa KADIS EU mejoro su proceso productivo debido a la implementación de una distribución en planta apropiada conociendo así la importancia del área del diseño de planta en una empresa.
6. Una vez definida la distribución en planta acorde para el proceso productivo en la empresa manufacturera de artículos de seguridad KADIS EU el personal operario se encuentra motivado y tranquilo en sus diferentes departamentos, teniendo como resultado un ambiente laboral seguro y organizado, obteniendo una producción más óptima y minimizando riesgos.



## 2.2. Bases teóricas - científicas

### 2.2.2. Distribución de planta

La distribución en planta implica el ordenamiento físico de los elementos industriales. Esta ordenación, ya practicada o en proyecto, incluye, tanto los espacios necesarios para el movimiento del material, almacenamiento, trabajadores indirectos y todas las otras actividades o servicios, como el equipo de trabajo y el personal de taller.

Cuando usamos el término distribución en planta, aludimos, a veces, a la disposición física ya existente; otras veces, a una nueva distribución proyectada; y, a menudo, nos referimos al área de estudio o al trabajo de realizar una distribución en planta. De aquí que una distribución en planta pueda ser, una instalación ya existente, un plan o un trabajo. No obstante, el término se usa tan frecuentemente que rara vez podemos confundirlo en su significado (MUTHER, 1970, pág. 13)

La distribución física constituye un elemento importante de todo sistema de producción que incluye tarjetas de operación, control de inventarios, manejo de materiales, programación, enrutamiento y despacho. Todos estos elementos deben estar cuidadosamente integrados para cumplir con el objetivo establecido. La pobre distribución de las plantas da como resultado elevados costos. (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 86)

La distribución de planta es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes. (García Criollo, 2005, pág. 143)

### 2.2.3. Objetivos de la Distribución de Planta

El objetivo principal de la distribución eficaz de una planta consiste en desarrollar un sistema de producción que permita la fabricación del número deseado de productos con la calidad que se requiere y a bajo costo. (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 86)

Según (García Criollo, 2005) el objetivo de una distribución de planta bien planeada e instalada es reducir los costos de fabricación como resultado de las siguientes mejoras:

- Incremento de la producción
- Disminución de los retrasos en la producción
- Optimización del empleo del espacio para las distintas áreas



- Reducción del manejo de materiales
- Reducción del material en proceso
- Aumento de su calidad
- Disminución de congestionamiento de materiales
- Maximización de la utilización de la maquinaria, mano de obra y servicios
- Reducción del riesgo para la salud
- Incremento de la seguridad y aumento de la moral y satisfacción del trabajador
- Implantaciones una supervisión más fácil y eficaz
- Reducción de su riesgo
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios requeridos. (pág. 144)

#### **2.2.4. Principios básicos de la distribución de planta**

Según (MUTHER, 1970), los principios básicos de la Distribución en planta son los siguientes

##### **a) Principio de la mínima distancia recorrida.**

A igualdad de condiciones, es mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta.

Todo proceso industrial implica movimiento de material; por más que deseemos eliminarlo no podremos conseguirlo por entero. Siempre que dividimos un proceso en varias operaciones, podemos disponer un especialista o una maquina específica para cada una de ellas. Esta especialización del trabajo y de la maquinaria es la base de una producción eficiente, a pesar de que supone movimientos de material de una operación a otra. Estamos, por tanto, bien dispuestos a realizar esos traslados, aunque no añadan ningún valor al producto por sí mismos.

Al trasladar el material procuraremos ahorrar, reduciendo las distancias que este deba recorrer. Esto significa que trataremos de colocar las operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes unas a otras. De este modo eliminaremos el transporte entre ellas, puesto que cada una descargara el material en el punto en que la siguiente lo recoge.

##### **b) Principios de la circulación o flujo de materiales.**

En igualdad de condiciones, es mejor aquella Distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.



Este es un complemento del principio de la mínima distancia recorrida. Significa que el material se moverá progresivamente de cada operación o proceso al siguiente, hacia su terminación.

Este principio no implica que el material tenga que desplazarse siempre en línea recta, ni limita tampoco el movimiento a una sola dirección. El concepto de circulación se centra en la idea de un constante progreso hacia la terminación, con un mínimo de interrupciones, interferencias o congestiones, más bien que en una idea de dirección.

#### **c) Principio del espacio cúbico**

La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontal.

Básicamente, una Distribución es la ordenación de los diversos espacios ocupados por los hombres, material, maquinaria, y los servicios auxiliares. Todos ellos tienen tres dimensiones; ninguno ocupa meramente el suelo. Por esto una buena distribución debe utilizar la tercera dimensión de la fábrica tanto como el área del suelo.

#### **d) Principio de la integración de conjunto**

La mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor, de modo que resulte el mejor compromiso entre todas estas partes.

Una distribución en planta es la integración de toda la maquinaria e instalaciones en una gran unidad operativa, es decir, que, en cierto sentido, convierte la planta en una máquina

No es suficiente conseguir una distribución que sea adecuada para los operarios directos. Debe ser también conveniente para el personal indirecto. Los obreros de mantenimiento deben engrasar la maquinaria; el personal de control de producción tiene que mantener en marcha las diversas operaciones; los inspectores (verificadores) han de comprobar la calidad del trabajo en proceso.

#### **e) Principio de la satisfacción y de la seguridad.**

La igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la Distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los productores.



La satisfacción del obrero es un factor importante. Como objetivo, es fundamental: Para algunos distribuidores es su único objetivo, dicen: “Haz que el trabajo sea realizado con satisfacción, y automáticamente conseguirás muchos otros beneficios”. Esto es verdad; nos proporcionara costes de operación más reducidos y una mejor moral de los empleados.

La seguridad es un factor de gran importancia en la mayor parte de las Distribuciones, y vital en algunas. Una Distribución nunca puede ser efectiva si somete a los trabajadores a riesgos o accidentes.

#### **f) Principio de la flexibilidad.**

Siempre será más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada, con menos costo o inconvenientes.

Este objetivo se va haciendo más y más importante día a día. A medida que los descubrimientos científicos, las comunicaciones, los transportes, etc., evolucionan con mayor rapidez, exigen de la industria que les siga en el ritmo de su avance. Ello implica cambios frecuentes, ya sea en el diseño del producto, proceso, equipo, producción, o fechas de entrega. Las plantas pierden, a menudo, pedidos de los clientes a causa de que no pueden readaptar sus medios de producción con suficiente rapidez. Por este motivo podemos esperar notables beneficios de una Distribución que nos permita obtener una planta fácilmente adaptable o ajustable con rapidez y economía. (pág. 19-21).

En la presente investigación se empleó cuatro de los seis principios para poder realizar el estudio y mejoramiento de la empresa, estos principios fueron elegidos por conveniencia.

### **2.2.5. Tipos de distribución de planta**

(MUTHER, 1970) Los tipos clásicos de distribución son tres:

**A) Distribución por posición fija:** El material permanece en situación invariable. Se trata de una distribución en la que el material o el componente permanecen en lugar fijo; todas las herramientas, maquinaria, hombres, y otras piezas de material concurren a ella. Todo el trabajo se hace o el producto se ejecuta con el componente principal estacionado en una misma posición, las ventajas son las siguientes:

- 1 Reduce el manejo de la pieza mayor (a pesar de que aumenta la cantidad de piezas a trasladar al punto de montaje).



- 2 Permite que operarios altamente capacitados, completen su trabajo en un punto y hace recaer sobre un trabajador o un equipo de montaje la responsabilidad en cuanto a la calidad.
- 3 Permite cambios frecuentes en el producto o productos desafiados y en la secuencia de operaciones.
- 4 Se adapta a gran variedad de productos y a la demanda intermitente.
- 5 Es más flexible, al no requerir una ingeniería de distribución muy organizada ni costosa, un planeamiento de producción ni precauciones contra las interrupciones en la continuidad del trabajo.



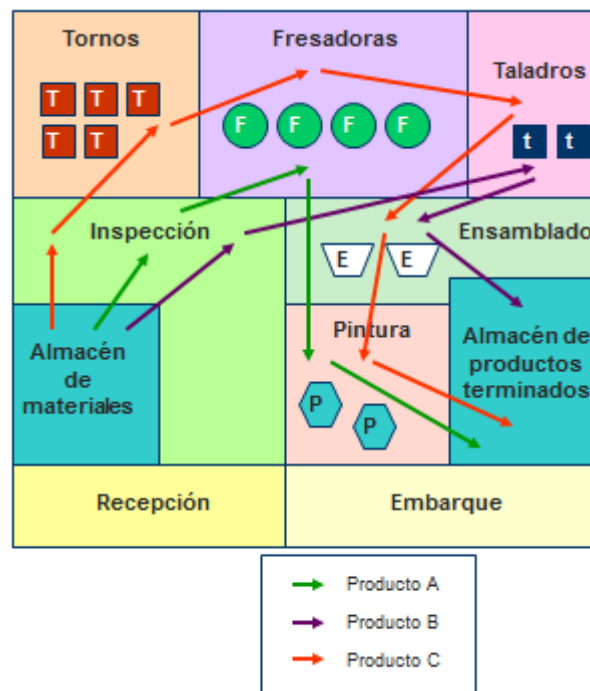
**Figura 2. Distribución por posición fija**

**Fuente:** (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2014)

**B) Distribución por proceso o distribución por función:** En ella todas las operaciones del mismo proceso o tipo de proceso están agrupadas. Toda la soldadura está en un área; todo el, taladrado en otra, etc. Las operaciones similares y el equipo están agrupados de acuerdo con el proceso o función que llevan a cabo, las ventajas son las siguientes:

- 1 Reducción del manejo del material.
- 2 Disminución de las cantidades de material en proceso, permitiendo reducir el tiempo de producción (tiempo en proceso) así como las inversiones en material.
- 3 Un uso más efectivo de la mano de obra:
  - a) A través de una mayor especialización.

- b) Gracias a una mayor facilidad de entrenamiento (coste inferior, menos duración).
  - c) A través de una oferta más amplia de mano de obra (semi especializada y completamente inexperta).
- 4 Mayor facilidad de control:
- a) De producción, que nos permitirá reducir el papeleo.
  - b) Sobre los trabajadores, que nos permitirá una más fácil supervisión.
  - c) Por reducir el número de problemas interdepartamentales.
- 5 Reduce la congestión y el área de suelo ocupado, de otra forma, por pasillos y almacenamiento de materiales y piezas.

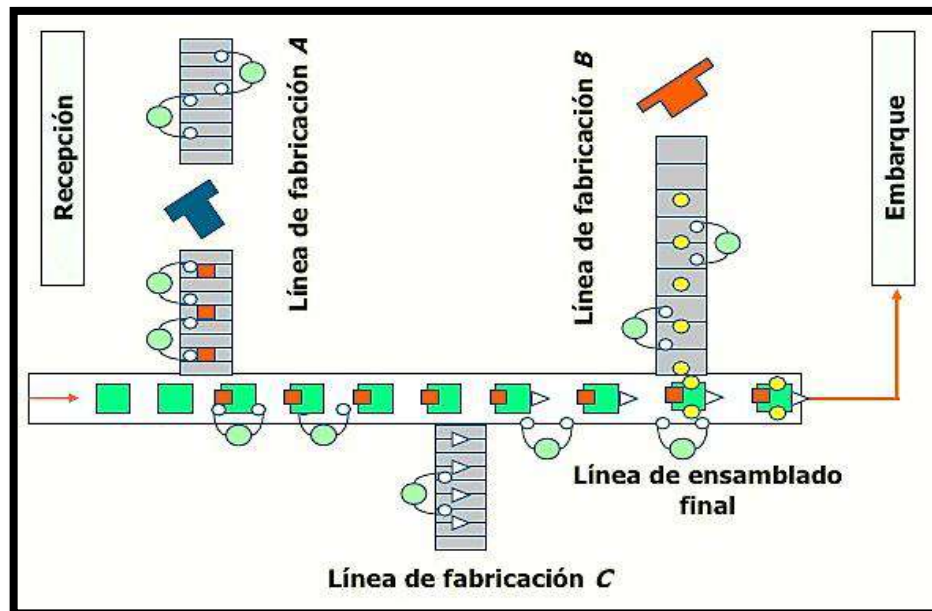


**Figura 3. Distribución por proceso o función**

**Fuente:** (García, 2010)

**C) Producción en cadena, en línea o por producto:** En esta, un producto o tipo de producto se realiza en un área, pero al contrario de la distribución fija, el material está en movimiento. Esta distribución dispone cada operación inmediatamente al lado de la siguiente. Es decir, que cualquier equipo (maquinaria) usado para conseguir el producto, sea cual sea el proceso que lleve a cabo, este ordenado de acuerdo con la secuencia de las operaciones. Se trata de la bien conocida producción en línea o en cadena, las ventajas son las siguientes:

- 1 Con ella se logra una mejor utilización de la maquinaria, lo que permitirá reducir las inversiones en este sentido.
- 2 Se adapta a gran variedad de productos, así como a frecuentes cambios en la secuencia de operaciones.
- 3 Se adapta fácilmente a una demanda intermitente (variación de los programas de producción).
- 4 Presenta un mayor incentivo para el individuo en lo que se refiere a elevar el nivel de su producción.
- 5 Con su empleo es más fácil mantener la continuidad de la producción en los casos de:
  - a) Avería de maquinaria o equipo.
  - b) Escasez de material.
  - c) Ausencia de trabajadores. (pág. 30 – 32)



**Figura 4. Distribución en cadena, línea o por producto**

**Fuente: (García, 2010)**

### **2.2.6. Fases de un Proyecto de redistribución de planta**

(Forero & Cardona, 2012), plantean seis etapas en un proceso de redistribución de planta:

#### **2.2.6.1. Prediseño**

Esta etapa delimita el proceso por el cual el planeador advierte la oportunidad de mejora y plantea la solución al problema.





#### **2.2.6.2. Diseño del plan**

Después de evaluar la factibilidad de la solución planteada en el prediseño, se genera una propuesta detallada del proyecto a ejecutar y se realiza una evaluación económica de la misma.

#### **2.2.6.3. Preparación**

Ya aceptado el proyecto, se deben empezar a ejecutar las actividades planeadas para que el proyecto resulte en la menor alteración del sistema como sea posible. En esta etapa generalmente se genera inventario extra o se realiza el empalme con otra planta para que produzca lo que dejará de producir el sistema debido al proyecto.

#### **2.2.6.4. Realización y control del proyecto**

Inicia en el momento en que se interrumpe el sistema para ejecutar las actividades del proyecto. Generalmente los proyectos de redistribución de planta suponen un paro de producción y este es el momento en que inicia la ejecución del proyecto. Durante esta etapa es que se incurre en la mayoría de los costos del proyecto debido a que es aquí donde se realizan los movimientos y el paro de producción. La etapa termina al momento de arrancar el sistema nuevamente.

#### **2.2.6.5. Adaptación**

El nuevo sistema presenta un escenario diferente para los trabajadores por lo que resulta necesario un periodo de entrenamiento y adaptación. De igual manera, tanto el sistema como los procesos y equipos requieren pruebas de calidad para verificar su rendimiento. Esta etapa también consume recursos monetarios y tiempo por lo que es importante tenerla en cuenta aparte de las demás.

#### **2.2.6.6. Cierre del proyecto**

Al momento en que se comprueba con certeza que el sistema se encuentra trabajando de acuerdo a lo estipulado, se debe dar un proceso de cierre del proyecto donde se evaluará la experiencia y los resultados de la misma para tener una retroalimentación del proceso. En el presente proyecto de tesis, se llevará a cabo el prediseño y la primera parte del diseño del plan, más no se tomarán en consideración el factor económico, salud ocupacional, instalaciones eléctricas y tuberías, se realizará cálculos primarios, mas no será un enfoque principal. (pág. 60)



### 2.2.7. Productividad

(García Criollo, 2005) La productividad es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos predeterminados. Para incrementar los “Índices de Productividad” teóricamente existen tres formas:

- Aumentar el **producto** y mantener el mismo **insumo**
- Reducir el **insumo** y mantener el mismo **producto**
- Aumentar el **producto** y reducir el **insumo** simultánea y proporcionalmente. (pág. 9-10)

Atendiendo la definición del término clave "Productividad", que no, es más, que la relación entre lo producido y los medios empleados, tales como mano de obra, materiales, energía, etc. (Real Academia Española, 2001)

#### 2.2.7.1. Objetivos de la Productividad

El objetivo es la fabricación de artículos a un menor costo, a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción; materiales, hombres y maquinas. (García Criollo, 2005, pág. 9)

#### 2.2.7.2. Medición de la Productividad

(Gaither & Frazier, 2000) La productividad de un recurso es la cantidad de productos o servicios producidos en un periodo, dividido entre el momento requerido de dicho recurso. La productividad de cada recurso puede y debe medirse, entre estas medidas pueden ser capital, materiales, mano de obra directa y gastos generales.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad de Productos o Servicios Producidos}}{\text{Cantidad de Recursos Utilizados}}$$

Es la medida de desempeño que abarca la consecución de metas y la proporción entre el logro de resultados y los insumos requeridos para conseguirlos. (pág. 585)

Según (Koontz, Weihrich, & Cannice, 2012) las compañías exitosas crean su valor agregado mediante operaciones productivas. Aun cuando no hay un acuerdo absoluto sobre el verdadero significado de productividad, cabe definirla como el cociente producción-insumos dentro de un periodo, considerando la calidad. Puede expresarse como sigue:

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Producción (dentro de un periodo, considerando la calidad)}}{\text{Insumos}}$$



### 2.2.7.3. Indicadores de la productividad

(Koontz, Weihrich , & Cannice , 2012) Señalan que la productividad supone efectividad y eficiencia en el desempeño individual y organizacional:

La efectividad es el logro de objetivos y la eficiencia es alcanzar los fines con el mínimo de recursos. La efectividad, no es suficiente a menos que una empresa sea también eficiente en el logro de sus objetivos. Por tanto, una compañía de alto desempeño debe ser efectiva y eficiente para ser eficaz. Los gerentes no pueden saber si son productivos a menos que primero conozcan sus metas y las de la organización. (pág. 14)

### 2.2.8. Método de Guerchet

Según (Rojas Rodríguez, 1996) Es un método muy usado para la determinación de áreas de una distribución de planta, de manera general, para cuyo efecto se debe tener en cuenta una serie de factores a fin de obtener una estimación del área requerida por sección. En ella queda incluida el espacio necesario para el operario, el almacenamiento de materia prima, los pasillos comunes para el transporte de materiales y demás consideraciones necesarias para la buena operatividad de una industria o una empresa de servicios en general.

El método considera tres áreas para la determinación del área total.

- a) **Superficie Estática (Se).** - Es el área neta correspondiente a cada elemento que se va a distribuir (maquinaria, muebles, instalaciones, etc.)

$$Se = L * A$$

**Donde:**

L = Largo

A= Ancho

- b) **Superficie de Gravitación (Sg).** - Es el área reservada para el manejo de la máquina y para los materiales que se están procesando. Se obtiene multiplicando la superficie estática (Ss.) por el número de lados (N) que se utiliza de la maquinaria, mueble o equipo. Los servicios necesarios para hacer funcionar la máquina no son considerados en el área total por estar incluidos en el área de gravitación del elemento.



Para la determinación de las superficies de almacenamiento o de stock no se debe considerar la superficie de gravitación ( $S_g = 0$ ). Cuando la máquina, equipo o mueble es circular, el número de lados a considerar es 2, por ejemplo, para el torno.

$$S_g = S_e * N$$

- c) **Superficie de Evolución ( $S_v$ ).** - Es el área reservada para el desplazamiento de los materiales y el personal entre las estaciones de trabajo. Se obtiene multiplicando la suma de las superficies estáticas y de gravitación por un coeficiente K que depende del tipo de industria (**K varía de 0,05 a 3,00**).

$$S_v = (S_e + S_g) * K$$

Calcularemos el Valor de K a través de la siguiente formula:

$$K = \frac{h_{EM}}{2h_{EE}}$$

**Donde:**

$h_{EM}$  = Variedad de Elementos Móviles

$h_{EE}$  = Variedad de Elementos Estáticos

Calcularemos el Valor de  $h_{EM}$  a través de la siguiente formula:

$$h_{EM} = \frac{\sum S_e * n * h}{\sum S_e * n}$$

Calcularemos el Valor de  $h_{EE}$  a través de la siguiente formula:

$$h_{EE} = \frac{\sum S_e * n * h}{\sum S_e * n}$$

Luego el área total ( $A_t$ ) para cada sección es:

$$A_t = (S_e + S_g + S_v) * n$$

**Donde:**

$n$  = Número de unidades de cada centro de trabajo (maquinaria, mesas de ensamble, etc.)





### 2.2.9. Diagrama de Operaciones de Proceso (DOP)

Según (García Criollo, 2005) es una representación gráfica de los puntos en los que se introducen materiales en el proceso y del orden de las inspecciones y de todas las operaciones, excepto las incluidas en la manipulación de los materiales.

Los objetivos de este diagrama son proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de los acontecimientos del proceso, por lo tanto, permite estudiar las fases del proceso en forma sistemática o mejorar la disposición de los locales y el manejo de los materiales con el fin de disminuir las demoras, comparar dos métodos y estudiar las operaciones para eliminar el tiempo improductivo. (pág. 45)

**Tabla 1.** *Diagrama de Operaciones de Proceso*

SÍMBOLO	NOMENCLATURA
	Operación
	Inspección

**Fuente:** (García Criollo, 2005)



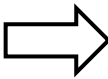


### 2.2.10. Diagrama de Actividades de Proceso (DAP) o Diagrama de Flujo

Según (García Criollo, 2005) es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Además, incluye la información deseable para el análisis.

El propósito principal es proporcionar una imagen clara de toda la secuencia de acontecimientos del proceso y mejorar la distribución de los locales y el manejo de materiales, también sirve para disminuir las esperas, estudiar las operaciones y otras actividades interrelacionadas. Igualmente ayuda a comparar métodos, eliminar el tiempo improductivo y escoger operaciones para su estudio detallado. (pág. 53)



**Tabla 2. Diagrama de Actividades de Proceso**

SÍMBOLO	NOMENCLATURA
	Operación
	Inspección
	Transporte
	Demora
	Almacenamiento

**Fuente:** (García Criollo, 2005)

### 2.2.11. Medición del trabajo

La Medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida.

### 2.2.12. Estudio de tiempos

El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida

### 2.2.13. Cronómetro

El cronómetro es un reloj cuya precisión ha sido comprobada y certificada por algún instituto o centro de control de precisión. La Oficina Internacional del Trabajo recomienda para efectos del estudio de tiempos dos tipos de cronómetros:

El mecánico: que a su vez puede subdividirse en ordinario, vuelta a cero, y cronómetro de registro fraccional de segundos.

El electrónico: que a su vez puede subdividirse en el que se utiliza solo y el que se encuentra integrado en un dispositivo de registro.



#### 2.2.14. Suplementos u holguras

Según (García Criollo, 2005). Pueden ocurrir tres clases de interrupciones para las que debe asignarse tiempo extra.

La primera son las interrupciones personales, como viajes al baño y a tomar agua.

La segunda es la fatiga que afecta incluso a los individuos más fuertes en los trabajos más ligeros.

La tercera son los retrasos inevitables como herramientas que se rompen, interrupciones del supervisor, pequeños problemas con las herramientas y variaciones del material todos ellos requieren la adición de una holgura.

En general, los suplementos personales son constantes para un mismo tipo de trabajo, para personales normales fluctúan entre 5% hombres y 7% mujeres.

Los suplementos para vencer la fatiga, en trabajos relativamente ligeros son en general del orden de 4%.

Los suplementos variables solo se añaden cuando las condiciones de trabajo son penosas y no se pueden mejorar.

#### **Método “A” para calcular los suplementos por fatiga**

Los factores que deben tomarse en cuenta para calcular el suplemento variable pueden ser: Trabajo de pie, Postura anormal, Levantamiento de pesos o uso de fuerza, Intensidad de la luz, Calidad del aire, Tensión visual, Tensión auditiva, Tensión mental, Monotonía mental y Monotonía física.

#### **Método “B” para calcular los suplementos por fatiga**

Cuando se aplica este método se deben considerar tres factores:

- a) **Esfuerzo mental:** Ocasionado por planeamiento de trabajo, cálculos matemáticos mentales para registro o actuación, presión por decisiones inesperadas, planeación para presentar trabajo, planeación de distribución de tareas subordinados, etc.



**Tabla 3. Esfuerzo Mental**

TIPO	CONCESIÓN	CLASE
Poco	0,6%	A
Regular	1,8%	B
Mucho	3,0%	C

**Fuente:** (García Criollo, 2005)

- b) **Esfuerzo físico:** Es causado por acumulación de toxinas en los músculos, por lo fatigoso de trabajo típico, el predominante del puesto, por posición incómoda de trabajo, por tensión sostenida muscular, tensión nerviosa, etc.

**Tabla 4. Esfuerzo Físico**

TIPO	CONCESIÓN	CLASE
Muy poco	1,3%	A
Poco	3,6%	B
Regular	5,4%	C
Mucho	7,1%	D
Demasiado	9,0%	E

**Fuente:** (García Criollo, 2005)

- c) **Monotonía:** Motivada por anonadamiento, aburrimiento, fatiga casi hipnótica por la repetición exactamente igual del ciclo de trabajo, acompañado de ruido, reflejos, luces, etc.

**Tabla 5. Monotonía**

DURACIÓN DEL CICLO (MIN)	CONCESIÓN
0 – 0,05	7,8
0,06 – 0,25	5,4
0.26 – 0.50	3,6
0.51 – 1.00	2,1
1.01 – 4.00	1,5
4.01 – 8.00	1,0
8.01 – 12.00	0,6
12.01 – 16.00	0,3
Más de 16.00	0,1

**Fuente:** (García Criollo, 2005)





### 2.2.15. Tiempo estándar

Es el tiempo que se concede para efectuar una tarea. En él están incluidos los tiempos de los elementos cíclicos (repetitivos, constantes y variables); así como los elementos casuales o contingentes que fueron observados durante el estudio de tiempos, a estos tiempos ya valorados se les agregan los suplementos siguientes: personales, por fatiga y especiales

El tiempo requerido para un operario totalmente calificado y capacitado, trabajando a un paso estándar y realizando un esfuerzo promedio para realizar la operación.

$$TE = TN + (TN * S) = TN * (1 + S)$$

### 2.2.16. Tamal

El tamal es un alimento de origen mesoamericano preparado generalmente a base de masa de maíz rellena de carnes, vegetales, chiles, frutas, salsas y otros ingredientes. Son envueltas en hojas vegetales como de mazorca o panca de maíz de plátano, bijao, maguey, aguacate, canal, entre otras, e incluso papel de aluminio o plástico, y cocida en agua o al vapor. Pueden tener sabor dulce o salado. Como un aperitivo hecho a base de maíz desgranado y molido, colocados en hojas de plátano y amarrados con cintas de plátano, para después cocerlas en un recipiente. (Real Academia Española, 2001)

Lo que no se debe confundir, es el tamal con la humita. El tamal se hace con maíz húmedo molido y lleva mayormente carne de cerdo o pollo. La humita se hace con choclo rayado y lleva manjar blanco o queso.

### 2.2.17. Maíz

El maíz es una planta gramínea, lo cual quiere decir que se estructura en base a un tallo cilíndrico hueco y se cubre de nudos o granos rellenos, cubiertos por hojas largas y angostas. Es un cereal que aporta muchos nutrientes, el cual se consume desde hace muchos siglos.

### 2.2.18. Panca

Se denomina Panca a las hojas que recubren el maíz del choclo, estas hojas son usadas como envoltura para el producto terminado (tamal), que son acondicionadas para el uso específico que la empresa le da, todas son cortadas y emparchadas para que tenga una mejor presentación.



### **2.3. Definición de variables**

#### **2.3.2. Variable Independiente**

- Redistribución de planta

#### **2.3.3. Variable Dependiente**

- Productividad



## 2.4. Operacionalización de variables

Tabla 6. Operacionalización de Variables

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES					
VARIABLE	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIÓN	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA
<b>VARIABLES DEPENDIENTES</b>					
PRODUCTIVIDAD	Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar los objetivos predeterminados.	Es la relación entre la producción y los recursos utilizados	Producción	Producción de tamales	Unidades Producidas/Ciclo
			Recursos	Tiempo	Tiempo/Ciclo
				Insumos	Insumos/Ciclo
				Costo	Costo/Ciclo
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>					
REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA	Es la colocación física ordenada de los medios industriales, tales como maquinaria, equipo, trabajadores, espacios requeridos para el movimiento de materiales y su almacenaje, además de conservar el espacio necesario para la mano de obra indirecta, servicios auxiliares y los beneficios correspondientes.	Es la integración de toda la maquinaria e instalaciones en una unidad operativa, colocando las operaciones sucesivas inmediatamente adyacentes, centrandó la idea de un constante flujo, con un mínimo de interrupciones.	Principio de la mínima distancia recorrida	Tiempo del recorrido del producto	Minutos (min)
			Principio de la circulación o flujo de materiales	Distancia de recorrido	Metros (m)
			Principio del espacio cúbico	Volumen de maquinarias y equipos	Metros <sup>3</sup> (m <sup>3</sup> )
			Principio de la integración de conjunto	Efectividad de ciclo	Tasa porcentual (%)



## CAPITULO III.

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo de investigación

Según (Hernandez Sampieri, 2014) La investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

El tipo de la siguiente investigación es APLICADA, porque se utilizaron conocimientos de Ingeniería Industrial, a fin de resolver problemas, encontrando mecanismos o estrategias para ser aplicados y lograr los objetivos de la misma.

#### 3.2. Nivel de investigación

Según (Hernandez Sampieri, 2014) El nivel descriptivo busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice, describe tendencias de un grupo o población. Es decir, pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o variables a las que se refiere.

El nivel de la siguiente investigación es DESCRIPTIVO, porque se describió la situación actual de la empresa y los problemas que presenta, se realizó una propuesta para superar la problemática actual y las deficiencias encontradas.

#### 3.3. Diseño de investigación

Según (Hernandez Sampieri, 2014). El diseño experimental se utiliza cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa que se manipula, pero para establecer influencias se deben cubrir varios requisitos como: El análisis de una o más variables independientes que afectan a una o más variables dependientes, medir el efecto que tiene la variable independiente en la variable dependiente y el control o validez de la situación experimental.

El diseño de la siguiente investigación es EXPERIMENTAL, porque se manipuló intencionalmente una variable independiente denominada redistribución de planta, para analizar las consecuencias que tiene sobre la variable dependiente denominada productividad.



### **3.4.Método de investigación**

Según Barchini (2006) menciona que el método deductivo consiste en extraer razonamientos lógicos de aquellos enunciados ya dados, en síntesis, este método va de la causa al efecto, de lo general a lo particular, es prospectivo y teórico; comprueba su validez basándose en datos numéricos precisos. El método deductivo cuenta con un enfoque el cual es el cuantitativo.

El método de investigación es DEDUCTIVO, porque se planteó un problema general y dos problemas específicos, se definió un objetivo general y dos objetivos específicos y se siguió un razonamiento deductivo, que comienza en la teoría y deriva en hipótesis que se someten a prueba.

### **3.5.Enfoque de investigación**

Según (Hernandez Sampieri, 2014) El enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías.

El enfoque de la siguiente investigación es CUANTITATIVO, porque se planteó un problema de investigación delimitado y concreto, se desarrolló y corroboró las hipótesis planteadas y se recolectó datos fundamentado en la medición de la variable independiente denominada redistribución de planta y variable dependiente denominada productividad.

### **3.6.Población y Muestra**

#### **Población**

Según Tamayo (2012), la población es la totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando un conjunto N de entidades que participan de una determinada característica, y se le denomina la población por constituir la totalidad del fenómeno adscrito a una investigación.

En este caso tomamos como población a las maquinarias, equipos y operarios que intervienen en la producción de un lote de 440 tamales.

#### **Muestra**

Según (Tamayo, 1994), afirma que la muestra es el grupo de individuos que se toma de la población, para estudiar un fenómeno estadístico. En este caso, se tomarán como



muestra las máquinas y equipos que se encuentran en la sección de preparado, sección de desinfección y cocina y sección de pelado y almacén.

Según (Ramírez González, 2007) la muestra censal es aquella donde todas las unidades de investigación son consideradas como muestra.

Para la presente investigación se trabajó con una muestra censal, ya que es una muestra no probabilística.

**Tabla 7. Población**

Secciones	Maquinaria y equipos	Cantidad	N° trabajadores
Sección de molido	Molino industrial de granos	1	5
	Recipiente de harina	1	
Sección de desinfección y cocina	Cocina industrial	2	
	Olla industrial	2	
	Tamizador de acero inox	2	
	Pozas de desinfección	1	
Sección de preparado	Mesa industrial	2	
	Mesa de trabajo	3	
	Congeladora Industrial	3	
	Batidora Industrial	1	
	Estante de madera	1	
	Balanza digital	1	
Sección de secado	Tina	2	
	Pozas de agua	1	
Sección de pelado y almacén	Peladora de granos de maíz	1	
	Carro transportador	1	



TOTAL	25	5
-------	----	---

**Fuente: Elaboración Propia**

### **3.7. Técnicas de recojo, procesamiento y presentación de datos**

Las técnicas que se emplearon permitieron recolectar la información necesaria para el procesamiento de los datos necesarios para el desarrollo de los objetivos planteados en la presente investigación.

#### **Técnica utilizada**

##### **a) Observación directa**

En la investigación necesitamos estar entrenados para observar, que es diferente de ver (lo que hacemos cotidianamente). Mediante la observación directa se pudo comprender los procesos productivos, vinculaciones entre personas y sus situaciones, experiencias o circunstancias, identificar problemas y generar hipótesis para la investigación.

Mediante esta técnica descubrimos los problemas que afectan al proceso productivo en el área de producción, observamos el funcionamiento de la maquinaria y las actividades que se realizan, en consecuencia, se notaron problemas presentes al producir tamales.

(Hernandez Sampieri, 2014) Recolectar datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico. Este plan incluye determinar:

- a. Fuentes de obtención de datos.
- b. Localización de las fuentes.
- c. Métodos de recolección de datos

Una vez recolectados, se prepararán para ser analizados y respondamos al planteamiento del problema. El plan se nutre de diversos elementos:

- Las variables.
- Las definiciones operacionales.
- La muestra.
- Los recursos disponibles.



### 3.8. Instrumentos de recolección de datos

A continuación, se describirán las técnicas e instrumentos utilizados (Ver ANEXO B).

#### a) Diagrama de Operaciones de procesos

El diagrama de análisis de procesos es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones e inspecciones que ocurren durante un proceso. Además, incluye la información deseable para el análisis.

#### b) Diagrama de Análisis de procesos

El diagrama de análisis de procesos es una representación gráfica de la secuencia de todas las operaciones, transportes, inspecciones, esperas y almacenamientos que ocurren durante un proceso. Además, incluye la información deseable para el análisis.

#### c) Diagrama de recorrido

Es una representación gráfica que muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, materiales o equipo a fin de ejecutarlas.

### 3.9. Procedimiento de análisis de datos

(Hernandez Sampieri, 2014) conlleva la recolección, transformación, limpieza y modelado de datos con el objetivo de descubrir información útil y trascendente para los intereses de la organización.

Los resultados obtenidos se comunican, se sugieren conclusiones y se usan para apoyar la toma de decisiones. El procesamiento de datos se lleva a cabo siguiendo métodos como:

- **Tabulación:** Concentración de datos de una investigación de campo en tablas para tal efecto.
- **Medición:** Apreciación de las diferencias que arrojan los fenómenos en estudio, con el fin de llegar a una interpretación objetiva sobre la información obtenida
- **Síntesis:** Presentación ordenada y resumida de los elementos recopilados durante la investigación.







## CAPITULO IV.

### DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA ANTES DE APLICAR LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

#### 4.1. Análisis del diagnóstico

En 1945 Doña Rosa Cecilia García Cornejo, aprendió la receta de tamal puneño y lo junta con el tamal cusqueño, esta receta pasó de generación en generación hasta que en 2017 sus nietos Auki Rodolfo Cayo Moreano y Nivardo Cayo Moreano deciden crear la “INDUSTRIA PERUANA TAMALES SOCIEDAD ANONIMA CERRADA” – INDUP TAMALEP SAC, en honor a su abuela, basados en la filosofía principal y tres pilares de la empresa es “Hacer tus momentos más dulces” y “El mejor ingrediente para una receta es la Imaginación”.

- CALIDAD
- ORGANIZACIÓN
- PLANIFICACIÓN

La empresa de tamales Doña Rosa S.A.C se dedica a la producción y venta de tamales en la ciudad del Cusco, con proyecciones de expansión a otras regiones del país, pues se va haciendo conocida a nivel local por los la receta casera y calidad que viene ofreciendo a sus clientes.

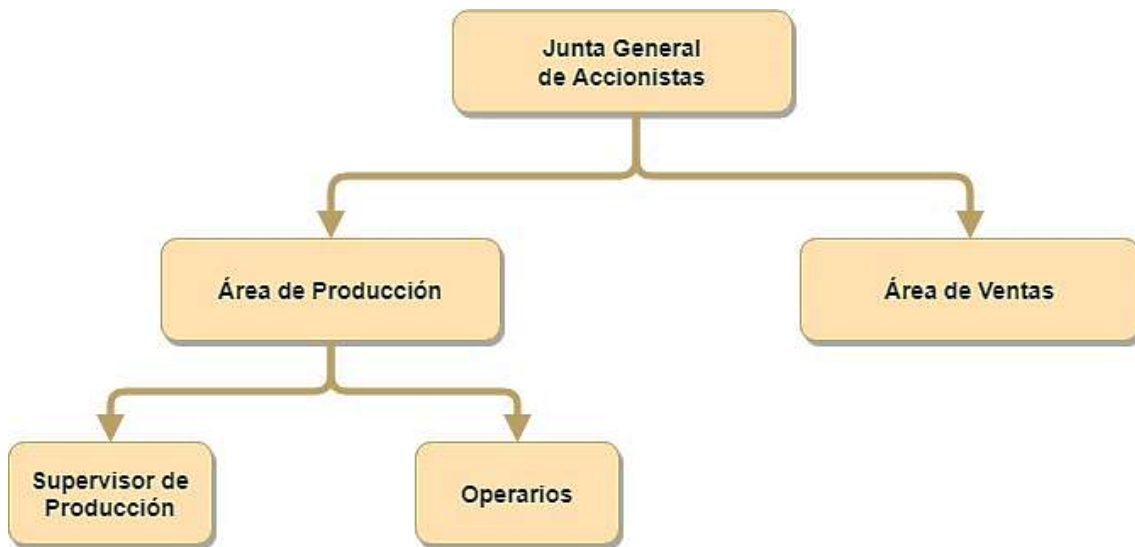
La empresa produce lotes de 440 tamales, teniendo un abastecimiento de sacos de maíz de 90kg, sacos de pancas secas de 10kg, 8kg sacos de cal e insumos, entre los cuales están huevos, cebolla, carne picada, manteca y pisco en cada recepción de materia prima, La empresa utiliza 15kg de maíz en cada lote de producción y 440 pancas secas juntos a los insumos.



Figura 5. Logo de Empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.



## ORGANIGRAMA DE TAMALES DOÑA ROSA S.A.C



*Figura 6. Organigrama de Tamales Doña Rosa S.A.C.*

**Fuente: Elaboración propia**

## MATRIZ FODA DE LA EMPRESA

La matriz FODA es la herramienta por excelencia para conocer la situación real en que se encuentra una organización, empresa o proyecto y, a partir de ahí, planificar una estrategia de futuro

Para comprender de mejor manera la situación en la que se encontraba la empresa se realizó un análisis de las Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas (FODA). Se analizaron las características internas (Debilidades y Fortalezas) y las externas (Amenazas y Oportunidades)

A continuación, se muestra la matriz FODA que se realizó



**MATRIZ FODA DE LA EMPRESA**



Figura 7. Matriz FODA de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.

Fuente: Elaboración Propia



El supervisor del área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa, nos comentó que piensa que el proceso productivo puede mejorar. Por consiguiente, considerando los conocimientos adquiridos en los años de estudio, mediante un diagnóstico y con ayuda de técnicas e instrumentos de recolección de datos, se verificó que se podía optimizar el proceso productivo mediante una redistribución de planta.

Para realizar el diagnóstico se describió el proceso productivo, las maquinarias y equipos, se desarrolló un estudio de tiempos antes de la redistribución, se desarrolló un Diagrama de Operaciones de Proceso y Diagrama de Análisis de Proceso para la elaboración de un lote de 440 tamales, se elaboró y describió el plano de distribución de planta antes de aplicar la redistribución, se realizó un diagrama de recorrido antes de aplicar la redistribución de planta y finalmente con estos datos se hizo el análisis del diagnóstico de la empresa antes de aplicar la redistribución de planta.

La descripción del proceso de producción de un lote de 440 tamales describe a detalle las 86 actividades para su elaboración, se subdividen en 42 de operación, 32 de transporte, 7 de inspección, 5 de almacenamiento y 0 de demora.

La distancia recorrida total en la actividad de transporte es de 925.08m y el tiempo total requerido para realizar las 86 actividades es 446.32 minutos. Con esta descripción, se podrá analizar las maquinarias y se permitirá realizar el Diagrama de Análisis del Proceso.

En la descripción de maquinaria y equipos, se cuenta con 16 tipos de maquinarias y equipos, pero se tiene una cantidad total de 25.

La empresa cuenta con 173,584 m<sup>2</sup> actualmente el área de producción es de 128,233 m<sup>2</sup>, esta área cuenta 5 secciones:

- Sección de molido cuenta con un área de 2,809 m<sup>2</sup>.
- Sección de desinfección y cocina cuenta con un área de 13,458 m<sup>2</sup>.
- Sección de preparado cuenta con un área de 26,962 m<sup>2</sup>.
- Sección de secado cuenta con un área de 37,157 m<sup>2</sup>.
- Sección de pelado y almacén cuenta con un área de 29,961 m<sup>2</sup>.

Se diagnostica que para realizar la redistribución de planta se analizan las maquinarias y equipos que se encuentran en la sección de desinfección y cocina, sección de preparado, y la sección de pelado y almacén.



### **Sección de desinfección y cocina**

- En la sección de desinfección y cocina se cuenta con 7 máquinas y equipos, de las cuales la cocina industrial 2 no se usa actualmente, ocupa espacio de forma ineficiente y no genera problemas para su traslado.

### **Sección de preparado**

- En la sección de preparado se cuenta con 10 máquinas y equipos, existe una congeladora industrial, que no se usa actualmente, ocupa espacio de forma ineficiente y no genera problemas para su traslado.
- Existe una mesa industrial que se encuentra entre las dos congeladoras e incrementa la distancia de traslado del producto terminado, no genera problemas para su traslado.
- Existe una balanza industrial que se encuentra en el estante de madera, incrementa la distancia de transporte de maíz, no genera problemas para su traslado.

### **Sección de pelado y almacén**

- En la sección de pelado y almacén se cuenta con 2 máquinas y equipos, la peladora industrial de granos y el carro transportador que no generan problemas para su traslado.

### **Se observan recorridos largos:**

- El transporte del carro transportador de la sección de pelado y almacén a la puerta de ingreso para la recepción de Materia Prima y el retorno del mismo.
- El transporte del maíz de la sección de desinfección y cocina a la sección de pelado y almacén. (De olla industrial a la peladora de granos de maíz).
- El transporte del maíz del almacén de maíz a balanza industrial.

### **Se observan recorridos repetitivos en:**

- El transporte de baldes llenos de agua desde las pozas de agua hacia las tinas.
- El transporte de baldes llenos de agua desde las pozas de agua hacia las ollas industriales.
- El transporte de los tamales a las ollas industriales para que sean cocinados.
- El transporte de los tamales de las ollas industriales a congeladoras industriales, para ser almacenadas.



Para reducir los tiempos repetitivos se optó por comprar una manguera y una canastilla, la cual permita que los operarios se desplacen menos veces para llenar agua en las tinas y ollas industriales, de igual forma al momento de transportar los tamales a las cocinas industriales y congeladoras industriales antes de ser cocinadas y almacenadas respectivamente.

#### **4.2.Descripción del proceso de producción de tamales**

Para poder realizar el diagnóstico de la empresa fue necesario conocer todos los procesos productivos que se emplean en un ciclo de trabajo para la producción de tamales.

##### **a. Recepción de Materia Prima**

Se reciben sacos de maíz de 90 kg, pasa por un control de la calidad que consiste de abrir los sacos y revisar que no tengan gorgojos u otros contaminantes que puedan afectar la conservación, manipulación y su posterior producción.

Se reciben sacos de pancas secas de aproximadamente 10 kg, listas para la producción.

Se reciben insumos necesarios para la producción de los tamales como son: manteca, pisco, azúcar y sal.

Se reciben complementos necesarios para la producción de los tamales como son: cebolla y carne si será salado, pasas y canela si será dulce.

##### **b. Almacenar materia prima e insumos**

- Los sacos de maíz son almacenados en la sección de molido.
- Los sacos de pancas secas son almacenados en la sección de secado.
- Los insumos son almacenados en la sección de preparado.

##### **c. Cortar las pancas**

Las pancas secas son hidratadas y acondicionadas para facilitar el manejo y evitar que se rompan, se seleccionan las pancas buenas y se cortan según las condiciones preestablecidas.

##### **d. Emparchar las pancas**

Si las pancas no cumplen con las condiciones de producción preestablecidas, se emparchan entre sí.



**e. Desinfectar las pancas**

Las pancas son sumergidas en agua con lejía y perseverantes por un breve periodo de tiempo para asegurar que las pancas no tengan contaminantes.

**f. Ordenar las pancas**

Se estiran las pancas una encima de otra en el sumidero al lado de las pozas de agua, para posteriormente ser apiladas en la mesa industrial, y se coloque la masa para la preparación de tamal.

**g. Hervir el agua con cal**

Se llena la olla con cal, se agrega agua para que hierva, y antes que llegue a su punto de ebullición se agrega el maíz.

**h. Hervir el maíz**

Se agregan 15kg de maíz y se deja hirviendo hasta que tenga la consistencia necesaria para un pelado fácil en la máquina.

**i. Pelar el maíz**

Se vierte el contenido de la olla en la máquina peladora de granos de maíz y se vierte agua para ayudar el proceso de pelado y descascarar el maíz.

**j. Secar el maíz**

Se coloca el maíz pelado en tamizadores para que seque, eliminando el agua excedente y así facilitar el molido.

**k. Moler el maíz**

Se vierte el maíz pelado en la moladora industrial para obtener la harina de maíz.

**l. Batir la masa**

Se vierte la harina de maíz en la batidora industrial y se añaden los insumos para su batido.

**m. Porcionar la masa**

Se coloca la panca en una balanza para agregar la masa en una porción de 100g.





**n. Añadir complementos**

Se agrega pasas y canela o carne y cebolla dependiendo del tipo de tamal (dulce o salado) y se cierra el tamal.

**o. Envolver los tamales**

Se envuelven los tamales haciendo 3 dobleces para asegurar que no se derrame el contenido dentro de la olla.

**p. Apilar los tamales**

Se apilan los tamales en la mesa de 10 en 10 (lo que cabe en la mano del operario/a) para ser transportado a la cocina.

**q. Colocar los tamales**

Se colocan los tamales en la olla que contiene dos niveles para su posterior cocinado.

**r. Cocinar los tamales**

Se cocinan los tamales durante de 2 horas.

**s. Almacenar los tamales**

Se enfrían los tamales durante 3 horas y se almacenan los productos terminados en las congeladoras usando la metodología PEPS (Primero en Entrar, Primero en Salir), máximo por tres días antes de ser empaquetados.

- Las actividades de limpieza y desinfección de las maquinarias y equipos se realizan después del proceso productivo.

**4.3.Descripción de maquinaria y equipos**

**1. Molino industrial de granos.**

Es una maquina personalizada, donde se introducen los granos de maíz para que sean molidos y obtener harina de maíz.

Capacidad: 50kg de maíz/turno.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 0.80m x 0.72m x 1.69m



**Figura 8. Molino de granos**

**2. Recipiente de harina**

Recipiente utilizado para recepcionar la harina de maíz que se obtiene al moler el maíz.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 0.40m x 0.40m x 0.50m



**Figura 9. Recipiente de harina**



### 3. Cocina Industrial

Es una maquina enfocada principalmente a la elaboraci3n de alimentos en grandes cantidades, su principal caracteristica es la rapidez y coordinaci3n en la elaboraci3n de alimentos. Usado para hervir agua con cal para el pelado del maiz, y para el cocimiento de los tamales.

Capacidad: 3 hornillas.

Cantidad: 2 unidades

Medidas (LxAxH): 1.50m x 0.66m x 0.82m



*Figura 10. Cocina Industrial*

### 4. Olla industrial

Son recipientes utilizados para hervir el maiz, para su pelado y de igual forma el cocimiento de los tamales.

Capacidad: 400 tamales/turno

Cantidad: 2 Unidades

Medidas (LxAxH): 0.62m x 0.62m x 0.70m



**Figura 11. Olla industrial**

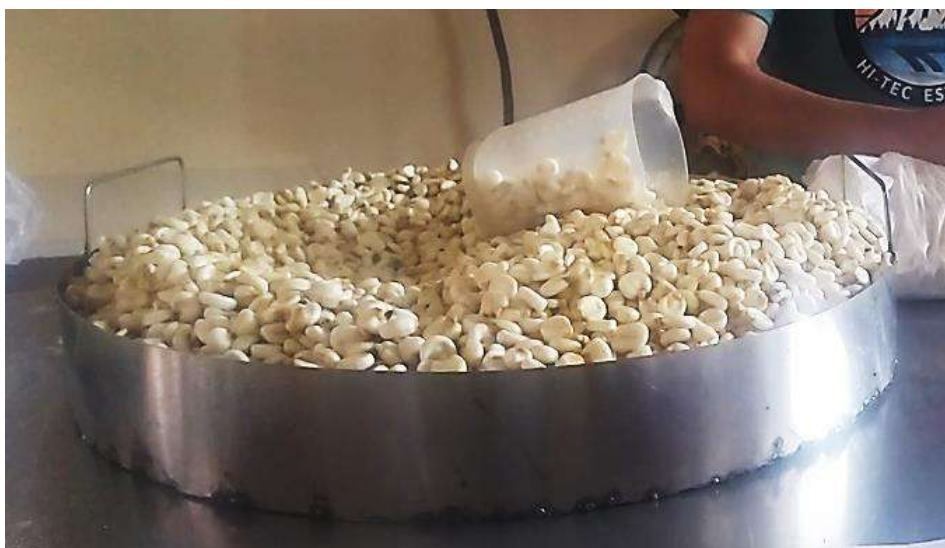
#### **5. Tamizador de acero inoxidable**

Utensilio que se usa para separar las partes finas de las gruesas de algunas cosas y que está formado por una tela metálica o rejilla tupida que está sujeta a un aro. Utilizada para el secado del tamal, y posteriormente para su cocimiento.

Capacidad: 10 kg/turno.

Cantidad: 2 Unidades

Medidas (LxAxH): 0.61m x 0.61m x 0.15m



**Figura 12. Tamizador de acero inoxidable**



## 6. Pozas de desinfección

Es una poza de acero inoxidable pensada en la inocuidad de alimentos, siendo utilizada para la desinfección de las pancas.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 2.50m x 0.87m x 1.08m



*Figura 13. Pozas de desinfección*

## 7. Carro transportador

Se utiliza para trasladar la materia prima (pancas y tamales) de forma manual a sus respectivas secciones.

Capacidad: 300 kg/turno.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 0.70m x 0.70m x 1.00m



***Figura 14. Carro transportador***

### **8. Mesa industrial**

Mesas fabricadas con acero inoxidable, utilizadas para el preparado de tamales, estas garantizan la inocuidad de los alimentos.

Cantidad: 2 Unidades

Medidas (LxAxH): 2m x 1m x 0.91m



**Figura 15. Mesa industrial**

### **9. Mesa de trabajo**

Mesa utilizada para colocar la balanza, servir la masa y el posterior pesado de la masa para obtener una estandarización en la preparación de los tamales.

Cantidad: 3 Unidades

Medidas (LxAxH): 0.65m x 0.65m x 0.73m



**Figura 16. Mesa de Trabajo**



### 10. Congeladora industrial

Es una maquina fabricada para almacenar y conservar los productos durante un periodo máximo de 3 días hasta que los tamales sean empacados.

Capacidad: 400 tamales

Cantidad: 3 Unidades

Medidas (LxAxH): 1.19m x 0.72m x 0.92m



*Figura 17. Congeladora Industrial*

### 11. Batidora industrial.

Es una maquina fabricada para preparar la maza del tamal, introduciendo la harina de maíz juntos a la manteca y pisco.

Capacidad: 50kg de harina de maíz/turno.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 1.15m x 0.90m x 1.15m





**Figura 18. Batidora industrial**

### 12. Estante de madera

Mueble usado para almacenar utensilios y herramientas utilizados en el proceso de producción de tamales.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 1.70m x 0.50m x 1.20m



**Figura 19. Estante de madera**



### 13. Balanza digital

Utilizados para determinar el pesaje, de funcionamiento no automático que utilizan la acción de la gravedad para determinación de la masa, utilizado para el pesado de los tamales.

Capacidad Máxima: 50 kg.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 0.35m x 0.35m x 0.37m



*Figura 20. Balanza digital*

### 14. Tina

Recipientes utilizados para hidratar y acondicionar las pancas y así facilitar su manejo.

Capacidad: 20 litros

Cantidad: 2 Unidades

Medidas (LxAxH):0.90m x 0.75m x 0.60m



*Figura 21. Tina*

**15. Pozas de agua**

Se utiliza para llenar las tinas con agua, usada para emparchar las pancas.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH): 1.20m x 0.70m x 1.00m



*Figura 22. Pozas de agua*



## 16. Peladora de granos de maíz

Es una máquina personalizada que tiene una hélice en su interior la cual gira para desprender la cáscara del maíz. Usado para pelar el maíz antes del secado.

Capacidad: 50kg de granos de maíz/turno.

Cantidad: 1 Unidad

Medidas (LxAxH):1.14m x 0.65m x 1.17m



*Figura 23. Peladora de granos de maíz*



#### 4.4. Estudio de tiempos antes de la redistribución de planta

Se realizó un estudio de tiempos antes de la redistribución de planta, considerando los suplementos que se muestra en el ANEXO C, con sus respectivos valores.

En la presente investigación se divide el proceso de elaboración de 440 tamales en tres procesos que en conjunto dan el producto terminado. Estos tres procesos se realizan de forma simultánea.

**Tabla 8. Procesos para la elaboración de 440 tamales**

ITEM	PROCESO	TIEMPO
1	Acondicionamiento de pancas	221.37 min
2	Preparación de Harina de maíz	200.39 min
3	Elaboración del tamal	446.32 min

**Fuente: Elaboración Propia**

El proceso de elaboración del tamal cuenta con 446.32 min, es considerado el tiempo más largo de producción.



### A) Estudio de tiempos del Proceso 1: Acondicionamiento de pancas antes de la redistribución de planta

		ESTUDIO N°1										PAGINA 1 de 1		ELABORADO POR: Pablo Gabriel Dávalos Arregui		
		PROCESO: ACONDICIONAMIENTO DE PANCAS										Bruno Del Akamo Lopez				
		MUESTRA										PAG 1 DE 1				
DESCRIPCIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS	
1	Transporte a almacén de pancas	TO	0,47	0,50	0,40	0,57	0,59	0,41	0,50	0,52	0,39	0,49	4,85	0,50	18,80%	0,59
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		N	0,49	0,52	0,41	0,59	0,61	0,42	0,52	0,54	0,40	0,51				
2	Almacenar pancas	TO	0,67	0,75	0,66	0,58	0,78	0,89	0,66	0,78	0,50	0,56	6,83	0,70	15,00%	0,80
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,68	0,77	0,67	0,59	0,80	0,91	0,67	0,80	0,51	0,57				
3	Transporte de operario a pozas de agua	TO	0,25	0,26	0,28	0,24	0,28	0,30	0,25	0,26	0,28	0,29	2,69	0,27	20,60%	0,32
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,25	0,26	0,28	0,24	0,28	0,30	0,25	0,26	0,28	0,29				
4	Llenar baldes con agua	TO	1,29	1,22	1,30	1,36	1,33	1,40	1,29	1,42	1,44	1,38	13,43	1,38	18,50%	1,64
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	1,33	1,26	1,34	1,40	1,37	1,44	1,33	1,46	1,48	1,42				
5	Transporte de baldes a tina	TO	1,07	1,16	1,25	1,04	0,59	1,11	1,17	1,04	1,07	1,19	10,69	1,09	21,90%	1,33
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	1,09	1,18	1,28	1,06	0,60	1,13	1,19	1,06	1,09	1,21				
6	Llenar tina con agua	TO	2,44	2,22	2,24	2,18	2,33	2,41	2,44	2,38	2,33	2,28	23,25	2,39	18,50%	2,84
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	2,51	2,29	2,31	2,25	2,40	2,48	2,51	2,45	2,40	2,35				
7	Transporte de operario a almacén de pancas	TO	0,13	0,14	0,15	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14	1,48	0,15	20,60%	0,18
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,13	0,14	0,15	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14				
8	Seleccionar pancas	TO	1,47	1,48	1,55	1,33	1,35	1,40	1,38	1,35	1,59	1,50	14,40	1,44	14,40%	1,65
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	1,47	1,48	1,55	1,33	1,35	1,40	1,38	1,35	1,59	1,50				
9	Transporte de pancas a tina	TO	0,19	0,17	0,24	0,17	0,25	0,16	0,17	0,24	0,17	0,26	2,03	0,21	20,60%	0,25
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,19	0,18	0,25	0,18	0,26	0,16	0,17	0,25	0,18	0,26				
10	Abastecer en tina	TO	0,33	0,40	0,47	0,37	0,45	0,50	0,52	0,43	0,39	0,32	4,17	0,43	16,50%	0,50
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,34	0,41	0,48	0,37	0,46	0,51	0,53	0,44	0,40	0,33				
11	Cortar las pancas	TO	75,13	84,00	84,47	65,13	79,20	88,50	82,21	69,67	67,00	73,73	769,04	77,67	14,20%	88,70
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	75,88	84,84	85,31	65,78	79,99	89,39	83,03	70,36	67,67	74,47				
12	Emparchar las pancas	TO	90,50	90,51	91,00	90,58	90,55	90,53	90,49	90,58	90,55	90,56	905,85	91,49	14,20%	104,48
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	91,41	91,42	91,91	91,49	91,46	91,44	91,39	91,49	91,46	91,47				
13	Inspección de las pancas	TO	1,00	1,10	1,05	0,97	1,03	1,05	0,92	1,13	1,34	1,50	11,08	1,16	21,90%	1,42
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	1,05	1,16	1,10	1,02	1,08	1,10	0,96	1,19	1,41	1,58				
14	Transporte de pancas a pozas de desinfección	TO	0,29	0,34	0,28	0,34	0,40	0,35	0,37	0,26	0,30	0,31	3,22	0,33	18,80%	0,39
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,29	0,35	0,28	0,35	0,41	0,36	0,38	0,26	0,31	0,31				
15	Desinfectar las pancas	TO	3,43	2,61	3,12	2,61	2,68	2,74	2,85	3,32	3,25	3,17	29,78	3,01	14,40%	3,44
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	3,47	2,64	3,15	2,64	2,70	2,76	2,88	3,36	3,28	3,20				
16	Ordenar las pancas	TO	9,68	8,97	10,53	9,69	9,21	9,14	9,43	9,79	11,10	10,28	97,82	9,88	13,50%	11,21
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	9,77	9,06	10,64	9,79	9,30	9,24	9,53	9,89	11,21	10,38				
17	Transporte de pancas a mesa industrial	TO	0,31	0,33	0,37	0,27	0,31	0,33	0,33	0,37	0,29	0,26	3,16	0,33	18,80%	0,39
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,32	0,34	0,38	0,28	0,32	0,34	0,34	0,38	0,30	0,26				
18	Colocar pancas en mesa industrial	TO	1,04	1,10	1,08	1,11	1,04	1,03	1,06	1,08	1,03	1,07	10,64	1,07	14,40%	1,23
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,05	1,11	1,09	1,12	1,05	1,04	1,07	1,09	1,04	1,08				
TOTAL												1903,78	192,43		221,37	

Figura 24. Estudio de tiempos del Proceso 1: Acondicionamiento de pancas antes de la redistribución de planta

Fuente: Elaboración Propia



**B) Estudio de tiempos del Proceso 2: Preparación de harina de maíz antes de la redistribución de planta**

ESTUDIO N°1													PAGINA 1 de 1		ELABORADO POR: Pablo Gabriel Dávalos Arregui Bruno Del Alamo Lopez	
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		PROCESO: PREPARACIÓN DE HARINA DE MAÍZ										PAG 1 DE 1				
DESCRIPCIÓN		MUESTRA										PAG 1 DE 1				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS	
1	Transporte a almacén de maíz	TO	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,14	0,13	1,25	0,13	22,40%	0,16
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		N	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,12	0,14	0,14				
2	Almacenar maíz	TO	4,15	4,20	4,02	4,34	4,11	4,01	4,19	4,25	4,44	4,59	42,30	4,31	18,00%	5,09
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	4,23	4,28	4,10	4,43	4,19	4,09	4,27	4,34	4,53	4,68				
3	Transporte de operario a estante de madera	TO	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,09	0,76	0,08	20,60%	0,09
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,09				
4	Extraer cal de saquillo	TO	0,83	0,55	0,73	0,78	0,74	0,71	0,69	0,77	0,73	0,81	7,34	0,76	17,30%	0,89
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,85	0,57	0,75	0,80	0,76	0,73	0,71	0,79	0,75	0,83				
5	Transporte de cal a olla industrial	TO	0,10	0,12	0,09	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,12	0,15	1,16	0,12	20,60%	0,14
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,10	0,12	0,09	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,13	0,15				
6	Disponer cal en olla industrial	TO	0,30	0,29	0,31	0,25	0,25	0,27	0,27	0,30	0,25	0,25	2,75	0,28	18,80%	0,33
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,31	0,30	0,32	0,26	0,26	0,27	0,27	0,31	0,25	0,26				
7	Transporte de operario a pozas de agua	TO	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26	2,45	0,25	20,60%	0,30
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26				
8	Llenar baldes con agua	TO	1,24	1,30	1,29	1,22	1,30	1,38	1,42	1,41	1,39	1,34	13,29	1,34	18,50%	1,59
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,25	1,31	1,30	1,23	1,31	1,39	1,43	1,42	1,40	1,35				
9	Transporte de baldes a olla industrial	TO	1,05	1,07	1,05	1,12	1,08	1,09	1,10	1,12	1,07	1,11	10,86	1,13	20,60%	1,36
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	1,09	1,11	1,09	1,16	1,12	1,13	1,14	1,16	1,11	1,15				
10	Llenar olla industrial con agua	TO	2,33	2,40	2,19	2,27	2,33	2,25	2,31	2,41	2,33	2,32	23,14	2,34	18,50%	2,77
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	2,35	2,42	2,21	2,29	2,35	2,27	2,33	2,43	2,35	2,34				
11	Hervir el agua con cal	TO	25,33	25,19	25,26	25,32	25,21	25,22	25,26	25,30	25,26	26,70	264,05	26,41	0,00%	26,41
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	25,33	25,19	25,26	25,32	25,21	25,22	25,26	25,30	25,26	26,70				
12	Transporte de operario a almacén de maíz	TO	0,22	0,23	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	2,39	0,24	20,60%	0,29
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,22	0,23	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23				
13	Seleccionar saco de maíz	TO	0,25	0,20	0,22	0,30	0,21	0,25	0,28	0,25	0,21	0,21	2,38	0,24	18,30%	0,28
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,25	0,20	0,22	0,30	0,21	0,25	0,28	0,25	0,21	0,21				
14	Transporte de saco de maíz a balanza digital	TO	0,21	0,17	0,22	0,18	0,19	0,20	0,19	0,23	0,19	0,19	1,96	0,20	22,40%	0,25
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,21	0,18	0,23	0,18	0,20	0,21	0,20	0,23	0,20	0,19				
15	Pesar el maíz	TO	0,58	0,55	0,50	0,48	0,55	0,56	0,51	0,50	0,45	0,42	5,10	0,53	17,30%	0,62
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,60	0,57	0,52	0,49	0,57	0,58	0,53	0,52	0,46	0,43				
16	Extraer maíz sobrante	TO	1,50	1,39	1,44	1,45	1,41	1,39	1,46	1,48	1,40	1,48	14,40	1,48	16,70%	1,73
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	1,55	1,43	1,48	1,49	1,45	1,43	1,50	1,52	1,44	1,52				
17	Transporte de maíz a almacén de maíz	TO	0,17	0,18	0,19	0,20	0,18	0,18	0,19	0,21	0,20	0,20	1,90	0,20	22,40%	0,24
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,18	0,19	0,20	0,21	0,19	0,19	0,20	0,22	0,21	0,21				
18	Almacenar maíz sobrante	TO	1,02	1,11	1,05	1,09	1,10	1,09	1,01	1,02	1,08	1,02	10,59	1,08	18,50%	1,28
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	1,04	1,13	1,07	1,11	1,12	1,11	1,03	1,04	1,10	1,04				
19	Transporte de operario a balanza industrial	TO	0,12	0,14	0,12	0,10	0,14	0,15	0,11	0,12	0,14	0,14	1,29	0,13	20,60%	0,16
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,12	0,14	0,12	0,10	0,14	0,15	0,11	0,12	0,14	0,14				
20	Agarrar maíz de balanza industrial	TO	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,09	0,10	0,05	0,07	0,06	0,71	0,07	20,60%	0,09
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,09	0,10	0,05	0,07	0,06				
21	Transporte de maíz a cocina industrial	TO	0,19	0,20	0,19	0,20	0,18	0,22	0,21	0,23	0,24	0,20	2,06	0,21	22,40%	0,26
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,20	0,21	0,20	0,21	0,19	0,23	0,22	0,24	0,25	0,21				
22	Disponer en olla industrial	TO	0,75	0,72	0,78	0,70	0,60	0,65	0,66	0,62	0,69	0,66	6,83	0,69	19,10%	0,82
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	0,76	0,73	0,79	0,71	0,61	0,66	0,67	0,63	0,70	0,67				
23	Hervir el maíz	TO	37,12	38,60	37,10	38,50	39,20	39,50	36,90	38,80	40,04	39,60	385,36	38,54	0,00%	38,54
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	37,12	38,60	37,10	38,50	39,20	39,50	36,90	38,80	40,04	39,60				
24	Inspección del maíz	TO	1,32	1,41	1,51	1,28	1,33	1,42	2,01	1,15	1,23	1,55	14,21	1,49	21,90%	1,82
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	1,39	1,48	1,59	1,34	1,40	1,49	2,11	1,21	1,29	1,63				
25	Transporte a peladora de granos de maíz	TO	1,01	1,02	1,04	1,02	1,10	1,03	1,05	1,03	1,05	1,05	10,40	1,07	20,60%	1,29
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	1,04	1,05	1,07	1,05	1,13	1,06	1,08	1,06	1,08	1,08				
26	Colocar en peladora de granos de maíz	TO	1,02	0,98	0,98	1,02	0,93	1,26	1,35	1,20	0,83	0,82	10,40	1,05	19,70%	1,26
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,03	0,99	0,99	1,03	0,94	1,27	1,36	1,21	0,84	0,82				
27	Pelar el maíz	TO	12,00	12,22	12,30	12,03	12,15	12,22	12,08	12,09	12,11	12,15	121,35	12,14	0,00%	12,14
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	12,00	12,22	12,30	12,03	12,15	12,22	12,08	12,09	12,11	12,15				
28	Inspección del maíz	TO	0,10	0,11	0,14	0,09	0,12	0,08	0,11	0,10	0,09	0,13	1,07	0,11	15,10%	0,13
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	0,11	0,12	0,15	0,09	0,13	0,08	0,12	0,11	0,09	0,14				

**C) Estudio de tiempos del Proceso 3: Preparación del tamal antes de la redistribución de planta**

		ESTUDIO N°1											PAGINA 1 de 1		ELABORADO POR: Pablo Gabriel Dávalos Arregui Bruno Del Alamo Lopez	
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		PROCESO: PREPARACIÓN DEL TAMAL											PAG 1 DE 1			
DESCRIPCIÓN		MUESTRA											PAG 1 DE 1			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS	
1	Transporte de carro transportador a puerta de ingreso	TO	0,91	0,93	1,02	0,84	0,90	0,93	0,82	0,89	0,89	0,89	9,01	0,92	21,90%	1,12
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,93	0,95	1,04	0,85	0,92	0,94	0,84	0,91	0,90	0,90				
2	Recepción de materia prima	TO	2,05	2,20	2,15	2,11	2,24	2,13	2,33	2,10	2,22	2,24	21,77	2,24	14,40%	2,57
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	2,11	2,27	2,21	2,17	2,31	2,19	2,40	2,16	2,29	2,31				
3	Inspección de materia prima	TO	5,15	5,20	5,35	4,51	5,01	5,18	5,12	4,59	5,18	5,22	50,51	5,30	21,90%	6,47
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		N	5,41	5,46	5,62	4,74	5,26	5,44	5,38	4,82	5,44	5,48				
4	Transporte a estante de madera	TO	0,28	0,30	0,27	0,33	0,42	0,25	0,33	0,29	0,24	0,37	3,10	0,32	18,80%	0,38
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		N	0,29	0,31	0,27	0,34	0,43	0,26	0,34	0,30	0,25	0,38				
5	Almacenar insumos y complementos	TO	1,45	1,22	1,19	1,15	1,29	1,10	1,50	1,33	1,41	1,45	13,09	1,34	14,40%	1,53
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	1,48	1,24	1,21	1,17	1,32	1,12	1,53	1,36	1,44	1,48				
6	Transporte de carro transportador a almacén	TO	0,50	0,51	0,49	0,52	0,48	0,44	0,47	0,48	0,50	0,50	4,89	0,50	18,80%	0,59
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,51	0,52	0,50	0,53	0,49	0,45	0,48	0,49	0,51	0,51				
7	Transporte de operario a estante de madera	TO	0,08	0,09	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,89	0,09	20,60%	0,11
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,08	0,09	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08				
8	Seleccionar insumos	TO	0,20	0,18	0,19	0,21	0,22	0,21	0,23	0,23	0,20	0,19	2,06	0,21	18,30%	0,24
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,20	0,18	0,19	0,21	0,22	0,21	0,23	0,23	0,20	0,19				
9	Transporte de insumos a batidora industrial	TO	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,85	0,09	20,60%	0,11
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09				
10	Añadir insumos	TO	1,20	1,15	1,18	1,22	1,25	1,24	1,22	1,18	1,20	1,21	12,05	1,22	15,60%	1,41
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,21	1,16	1,19	1,23	1,26	1,25	1,23	1,19	1,21	1,22				
11	Batir la masa	TO	32,00	34,21	33,24	35,11	38,44	31,23	35,51	37,44	37,12	36,44	350,74	35,07	0,00%	35,07
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	32,00	34,21	33,24	35,11	38,44	31,23	35,51	37,44	37,12	36,44				
12	Inspección de masa	TO	0,33	0,42	0,37	0,47	0,33	0,43	0,37	0,47	0,48	0,35	4,02	0,42	21,90%	0,51
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	0,35	0,44	0,39	0,49	0,35	0,46	0,39	0,49	0,51	0,37				
13	Transporte de operario a estante de madera	TO	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,07	0,88	0,09	20,60%	0,11
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,07				
14	Seleccionar complementos	TO	1,49	1,50	1,55	1,46	1,44	1,43	1,38	1,33	1,37	1,51	14,46	1,45	14,40%	1,65
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	1,49	1,50	1,55	1,46	1,44	1,43	1,38	1,33	1,37	1,51				
15	Transporte de complementos a olla industrial	TO	0,10	0,11	0,14	0,09	0,10	0,12	0,11	0,12	0,09	0,11	1,09	0,11	20,60%	0,14
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,10	0,11	0,15	0,10	0,11	0,13	0,11	0,12	0,10	0,11				
16	Cocinar complementos	TO	10,12	10,14	10,02	10,01	10,11	10,12	10,08	10,07	10,12	10,13	100,92	10,19	0,00%	10,19
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	10,22	10,24	10,12	10,11	10,21	10,22	10,18	10,17	10,22	10,23				
17	Transporte de complementos a mesa industrial	TO	0,13	0,14	0,12	0,14	0,16	0,12	0,14	0,12	0,15	0,15	1,38	0,14	20,60%	0,17
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,14	0,15	0,13	0,15	0,16	0,12	0,15	0,13	0,16	0,16				
18	Porcionar la masa en la panca	TO	35,59	35,52	35,55	35,50	35,57	35,58	35,54	35,57	35,58	35,51	355,51	36,62	14,20%	41,82
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	36,66	36,59	36,62	36,57	36,64	36,65	36,61	36,64	36,65	36,58				
19	Transporte de tamal a mesa industrial	TO	7,20	7,16	7,15	7,20	7,15	7,14	7,17	7,18	7,20	7,19	71,74	7,46	16,20%	8,67
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	7,49	7,45	7,44	7,49	7,44	7,43	7,46	7,47	7,49	7,48				
20	Añadir complementos a los tamales	TO	12,05	12,01	12,08	12,09	12,10	12,11	12,08	12,09	12,05	12,10	120,76	12,44	14,40%	14,23
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	12,41	12,37	12,44	12,45	12,46	12,47	12,44	12,45	12,41	12,46				
21	Envolver los tamales	TO	13,67	16,67	23,33	21,33	19,33	18,00	22,67	21,40	20,73	19,67	196,80	20,07	14,20%	22,92
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	13,94	17,00	23,80	21,76	19,72	18,36	23,12	21,83	21,15	20,06				
22	Apilar los tamales	TO	10,02	10,11	10,08	10,09	10,07	10,12	10,05	10,06	10,12	10,09	100,81	10,08	14,20%	11,51
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	10,02	10,11	10,08	10,09	10,07	10,12	10,05	10,06	10,12	10,09				
23	Transporte de tamales a cocina industrial	TO	3,34	3,55	4,24	4,12	4,01	3,42	3,51	3,56	4,12	4,28	38,15	3,97	16,70%	4,63
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	3,48	3,69	4,41	4,28	4,17	3,56	3,65	3,70	4,28	4,45				
24	Colocar los tamales en olla industrial	TO	14,29	14,22	14,25	14,10	14,18	14,22	14,28	14,19	14,20	14,23	142,16	14,22	21,90%	17,33
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	14,29	14,22	14,25	14,10	14,18	14,22	14,28	14,19	14,20	14,23				
25	Cocinar los tamales	TO	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	1200,00	120,00	0,00%	120,00
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00				
26	Inspección de tamales	TO	1,05	1,22	1,41	1,32	1,10	1,15	1,22	1,19	1,30	1,29	12,25	1,29	21,90%	1,57
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	1,10	1,28	1,48	1,39	1,16	1,21	1,28	1,25	1,37	1,35				
27	Enfriar los tamales	TO	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	1200,00	120,00	0,00%	120,00
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00				
28	Transporte de tamales a congeladora industrial	TO	4,34	4,25	4,56	5,06	4,19	4,44	4,51	4,12	4,17	5,01	44,65	4,64	16,20%	5,40
		C	1,04	1,04	1,04											





#### 4.5. Diagrama de Actividades de Proceso antes de la redistribución de planta

Al realizar el diagrama de actividades de proceso de la planta en el área de producción para un lote de 440 tamales antes de aplicar la redistribución de planta, se determinó que se realizan 86 actividades, que se subdividen en 42 de operación, 32 de transporte, 7 de inspección, 5 de almacenamiento y 0 de demora.

La distancia recorrida total en la actividad de transporte es de 925.08m y el tiempo total requerido para realizar las 86 actividades es 446.32 minutos. Se realizó la medición del tiempo requerido mediante el estudio de tiempos utilizando la técnica del cronometraje de vuelta a cero.

Los datos obtenidos son necesarios para tener el conocimiento del tiempo total requerido para la elaboración de un lote de 440 tamales e identificar las actividades de transporte con sus respectivos tiempos y la distancia total recorrida, estos serán utilizados para aplicar la redistribución de planta.

**Tabla 9. Actividades del Proceso Elaboración de 440 tamales**

N°	PROCESO	ACTIVIDAD	CONTEO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	TOTAL
1	Acondicionamiento de pancas	Operación	9		215,69	221,36
		Transporte	7	47,36	3,45	
		Inspección	1		1,42	
		Almacenamiento	1		0,8	
2	Preparación de harina de maíz	Operación	20		184,05	200,39
		Transporte	14	105,71	5,65	
		Inspección	3		4,32	
		Almacenamiento	2		6,37	
3	Preparación del tamal	Operación	13		398,95	446,32
		Transporte	11	772,01	21,41	
		Inspección	3		8,55	
		Almacenamiento	2		17,41	
TOTAL			86	925,08		868,07

Fuente: Elaboración Propia



A) Diagrama de Análisis del Proceso 1: Acondicionamiento de Pancas antes de la Redistribución de Planta

		ESTUDIO N°1											PAGINA 1 de 1		ELABORADO POR: Pablo Gabriel Dávalos Arregui Bruno Del Alamo Lopez		
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		PROCESO: ACONDICIONAMIENTO DE PANCAS											PAG 1 DE 1				
DESCRIPCIÓN		MUESTRA											PAG 1 DE 1				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS	
1	Transporte a almacén de pancas	TO	0,47	0,50	0,40	0,57	0,59	0,41	0,50	0,52	0,39	0,49	4,85	0,50	18,80%	0,59	
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03					1,03
		N	0,49	0,52	0,41	0,59	0,61	0,42	0,52	0,54	0,40	0,51					
2	Almacenar pancas	TO	0,67	0,75	0,66	0,58	0,78	0,89	0,66	0,78	0,50	0,56	6,83	0,70	15,00%	0,80	
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02					
		TN	0,68	0,77	0,67	0,59	0,80	0,91	0,67	0,80	0,51	0,57					
3	Transporte de operario a pozas de agua	TO	0,25	0,26	0,28	0,24	0,28	0,30	0,25	0,26	0,28	0,29	2,69	0,27	20,60%	0,32	
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		TN	0,25	0,26	0,28	0,24	0,28	0,30	0,25	0,26	0,28	0,29					
4	Llenar baldes con agua	TO	1,29	1,22	1,30	1,36	1,33	1,40	1,29	1,42	1,44	1,38	13,43	1,38	18,50%	1,64	
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03					
		TN	1,33	1,26	1,34	1,40	1,37	1,44	1,33	1,46	1,48	1,42					
5	Transporte de baldes a tina	TO	1,07	1,16	1,25	1,04	0,59	1,11	1,17	1,04	1,07	1,19	10,69	1,09	21,90%	1,33	
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02					
		TN	1,09	1,18	1,28	1,06	0,60	1,13	1,19	1,06	1,09	1,21					
6	Llenar tina con agua	TO	2,44	2,22	2,24	2,18	2,33	2,41	2,44	2,38	2,33	2,28	23,25	2,39	18,50%	2,84	
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03					
		TN	2,51	2,29	2,31	2,25	2,40	2,48	2,51	2,45	2,40	2,35					
7	Transporte de operario a almacén de pancas	TO	0,13	0,14	0,15	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14	1,48	0,15	20,60%	0,18	
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		TN	0,13	0,14	0,15	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14					
8	Seleccionar pancas	TO	1,47	1,48	1,55	1,33	1,35	1,40	1,38	1,35	1,59	1,50	14,40	1,44	14,40%	1,65	
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00					
		TN	1,47	1,48	1,55	1,33	1,35	1,40	1,38	1,35	1,59	1,50					
9	Transporte de pancas a tina	TO	0,19	0,17	0,24	0,17	0,25	0,16	0,17	0,24	0,17	0,26	2,03	0,21	20,60%	0,25	
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02					
		TN	0,19	0,18	0,25	0,18	0,26	0,16	0,17	0,25	0,18	0,26					
10	Abastecer en tina	TO	0,33	0,40	0,47	0,37	0,45	0,50	0,52	0,43	0,39	0,32	4,17	0,43	16,50%	0,50	
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02					
		TN	0,34	0,41	0,48	0,37	0,46	0,51	0,53	0,44	0,40	0,33					
11	Cortar las pancas	TO	75,13	84,00	84,47	65,13	79,20	88,50	82,21	69,67	67,00	73,73	769,04	77,67	14,20%	88,70	
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01					
		TN	75,88	84,84	85,31	65,78	79,99	89,39	83,03	70,36	67,67	74,47					
12	Emparchar las pancas	TO	90,50	90,51	91,00	90,58	90,55	90,53	90,49	90,58	90,55	90,56	905,85	91,49	14,20%	104,48	
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01					
		TN	91,41	91,42	91,91	91,49	91,46	91,44	91,39	91,49	91,46	91,47					
13	Inspección de las pancas	TO	1,00	1,10	1,05	0,97	1,03	1,05	0,92	1,13	1,34	1,50	11,08	1,16	21,90%	1,42	
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05					
		TN	1,05	1,16	1,10	1,02	1,08	1,10	0,96	1,19	1,41	1,58					
14	Transporte de pancas a pozas de desinfección	TO	0,29	0,34	0,28	0,34	0,40	0,35	0,37	0,26	0,30	0,31	3,22	0,33	18,80%	0,39	
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03					
		TN	0,29	0,35	0,28	0,35	0,41	0,36	0,38	0,26	0,31	0,31					
15	Desinfectar las pancas	TO	3,43	2,61	3,12	2,61	2,68	2,74	2,85	3,32	3,25	3,17	29,78	3,01	14,40%	3,44	
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01					
		TN	3,47	2,64	3,15	2,64	2,70	2,76	2,88	3,36	3,28	3,20					
16	Ordenar las pancas	TO	9,68	8,97	10,53	9,69	9,21	9,14	9,43	9,79	11,10	10,28	97,82	9,88	13,50%	11,21	
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01					
		TN	9,77	9,06	10,64	9,79	9,30	9,24	9,53	9,89	11,21	10,38					
17	Transporte de pancas a mesa industrial	TO	0,31	0,33	0,37	0,27	0,31	0,33	0,33	0,37	0,29	0,26	3,16	0,33	18,80%	0,39	
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03					
		TN	0,32	0,34	0,38	0,28	0,32	0,34	0,34	0,38	0,30	0,26					
18	Colocar pancas en mesa industrial	TO	1,04	1,10	1,08	1,11	1,04	1,03	1,06	1,08	1,03	1,07	10,64	1,07	14,40%	1,23	
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01					
		TN	1,05	1,11	1,09	1,12	1,05	1,04	1,07	1,09	1,04	1,08					
TOTAL													1903,78	192,43		221,37	

Figura 27. Diagrama de Análisis de Proceso 1: Acondicionamiento de Pancas antes de la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia

**B) Diagrama de Análisis de Proceso 2: Preparación de harina de Maíz antes de la Redistribución de Planta**

		ESTUDIO N°1										PAGINA 1 de 1		ELABORADO POR: Pablo Gabriel Dávalos Arregui Bruno Del Alamo Lopez		
		PROCESO: PREPARACIÓN DE HARINA DE MAÍZ										PAG 1 DE 1				
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		MUESTRA														
DESCRIPCIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS	
1	Transporte a almacén de maíz	TO	0,12	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,14	0,13	1,25	0,13	22,40%	0,16
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,12	0,13	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,12	0,14	0,14				
2	Almacenar maíz	TO	4,15	4,20	4,02	4,34	4,11	4,01	4,19	4,25	4,44	4,59	42,30	4,31	18,00%	5,09
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	4,23	4,28	4,10	4,43	4,19	4,09	4,27	4,34	4,53	4,68				
3	Transporte de operario a estante de madera	TO	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,09	0,76	0,08	20,60%	0,09
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,09				
4	Extraer cal de saquillo	TO	0,83	0,55	0,73	0,78	0,74	0,71	0,69	0,77	0,73	0,81	7,34	0,76	17,30%	0,89
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,85	0,57	0,75	0,80	0,76	0,73	0,71	0,79	0,75	0,83				
5	Transporte de cal a olla industrial	TO	0,10	0,12	0,09	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,12	0,15	1,16	0,12	20,60%	0,14
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,10	0,12	0,09	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,13	0,15				
6	Disponer cal en olla industrial	TO	0,30	0,29	0,31	0,25	0,25	0,27	0,27	0,30	0,25	0,25	2,75	0,28	18,80%	0,33
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,31	0,30	0,32	0,26	0,26	0,27	0,27	0,31	0,25	0,26				
7	Transporte de operario a pozas de agua	TO	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26	2,45	0,25	20,60%	0,30
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26				
8	Llenar baldes con agua	TO	1,24	1,30	1,29	1,22	1,30	1,38	1,42	1,41	1,39	1,34	13,29	1,34	18,50%	1,59
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,25	1,31	1,30	1,23	1,31	1,39	1,43	1,42	1,40	1,35				
9	Transporte de baldes a olla industrial	TO	1,05	1,07	1,05	1,12	1,08	1,09	1,10	1,12	1,07	1,11	10,86	1,13	20,60%	1,36
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	1,09	1,11	1,09	1,16	1,12	1,13	1,14	1,16	1,11	1,15				
10	Llenar olla industrial con agua	TO	2,33	2,40	2,19	2,27	2,33	2,25	2,31	2,41	2,33	2,32	23,14	2,34	18,50%	2,77
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	2,35	2,42	2,21	2,29	2,35	2,27	2,33	2,43	2,35	2,34				
11	Hervir el agua con cal	TO	25,33	25,19	25,26	25,32	25,21	25,22	25,26	25,30	25,26	25,30	264,05	26,41	0,00%	26,41
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	25,33	25,19	25,26	25,32	25,21	25,22	25,26	25,30	25,26	25,30				
12	Transporte de operario a almacén de maíz	TO	0,22	0,23	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23	2,39	0,24	20,60%	0,29
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,22	0,23	0,24	0,25	0,24	0,25	0,25	0,24	0,24	0,23				
13	Seleccionar saco de maíz	TO	0,25	0,20	0,22	0,30	0,21	0,25	0,28	0,25	0,21	0,21	2,38	0,24	18,30%	0,28
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,25	0,20	0,22	0,30	0,21	0,25	0,28	0,25	0,21	0,21				
14	Transporte de saco de maíz a balanza digital	TO	0,21	0,17	0,22	0,18	0,19	0,20	0,19	0,23	0,19	0,19	1,96	0,20	22,40%	0,25
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,21	0,18	0,23	0,18	0,20	0,21	0,20	0,23	0,20	0,19				
15	Pesar el maíz	TO	0,58	0,55	0,50	0,48	0,55	0,56	0,51	0,50	0,45	0,42	5,10	0,53	17,30%	0,62
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,60	0,57	0,52	0,49	0,57	0,58	0,53	0,52	0,46	0,43				
16	Extraer maíz sobrante	TO	1,50	1,39	1,44	1,45	1,41	1,39	1,46	1,48	1,40	1,48	14,40	1,48	16,70%	1,73
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	1,55	1,43	1,48	1,49	1,45	1,43	1,50	1,52	1,44	1,52				
17	Transporte de maíz a almacén de maíz	TO	0,17	0,18	0,19	0,20	0,18	0,18	0,19	0,21	0,20	0,20	1,90	0,20	22,40%	0,24
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,18	0,19	0,20	0,21	0,19	0,19	0,20	0,22	0,21	0,21				
18	Almacenar maíz sobrante	TO	1,02	1,11	1,05	1,09	1,10	1,09	1,01	1,02	1,08	1,02	10,59	1,08	18,50%	1,28
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	1,04	1,13	1,07	1,11	1,12	1,11	1,03	1,04	1,10	1,04				
19	Transporte de operario a balanza industrial	TO	0,12	0,14	0,12	0,10	0,14	0,15	0,11	0,12	0,14	0,14	1,29	0,13	20,60%	0,16
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,12	0,14	0,12	0,10	0,14	0,15	0,11	0,12	0,14	0,14				
20	Agarrar maíz de balanza industrial	TO	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,09	0,10	0,05	0,07	0,06	0,71	0,07	20,60%	0,09
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,09	0,10	0,05	0,07	0,06				
21	Transporte de maíz a cocina industrial	TO	0,19	0,20	0,19	0,20	0,18	0,22	0,21	0,23	0,24	0,20	2,06	0,21	22,40%	0,26
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,20	0,21	0,20	0,21	0,19	0,23	0,22	0,24	0,25	0,21				
22	Disponer en olla industrial	TO	0,75	0,72	0,78	0,70	0,60	0,65	0,66	0,62	0,69	0,66	6,83	0,69	19,10%	0,82
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	0,76	0,73	0,79	0,71	0,61	0,66	0,67	0,63	0,70	0,67				
23	Hervir el maíz	TO	37,12	38,60	37,10	38,50	39,20	39,50	36,90	38,80	40,04	39,60	385,36	38,54	0,00%	38,54
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	37,12	38,60	37,10	38,50	39,20	39,50	36,90	38,80	40,04	39,60				
24	Inspección del maíz	TO	1,32	1,41	1,51	1,28	1,33	1,42	2,01	1,15	1,23	1,55	14,21	1,49	21,90%	1,82
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	1,39	1,48	1,59	1,34	1,40	1,49	2,11	1,21	1,29	1,63				
25	Transporte a peladora de granos de maíz	TO	1,01	1,02	1,04	1,02	1,10	1,03	1,05	1,03	1,05	1,05	10,40	1,07	20,60%	1,29
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	1,04	1,05	1,07	1,05	1,13	1,06	1,08	1,06	1,08	1,08				
26	Colocar en peladora de granos de maíz	TO	1,02	0,98	0,98	1,02	0,93	1,26	1,35	1,20	0,83	0,82	10,40	1,05	19,70%	1,26
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,03	0,99	0,99	1,03	0,94	1,27	1,36	1,21	0,84	0,82				
27	Pelar el maíz	TO	12,00	12,22	12,30	12,03	12,15	12,22	12,08	12,09	12,11	12,15	121,35	12,14	0,00%	12,14
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	12,00	12,22	12,30	12,03	12,15	12,22	12,08	12,09	12,11	12,15				
28	Inspección del maíz	TO	0,10	0,11	0,14	0,09	0,12	0,08	0,11	0,10	0,09	0,13	1,07	0,11	15,10%	0,13
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	0,11	0,12	0,15	0,09	0,13	0,08	0,12	0,11	0,09	0,14				





#### **4.6. Diagrama de Operaciones de Proceso antes de la redistribución de planta**

Al realizar el Diagrama de Operaciones de Proceso de la planta en el área de producción para un lote de 440 tamales antes de aplicar la redistribución de planta, se determinó que se realizan 49 actividades, subdivididas en 42 de operación y 7 de inspección.

El tiempo total en la actividad de operación es de 798,69 minutos y el tiempo total en la actividad de inspección es de 14,29 minutos. Se realizó la medición del tiempo requerido mediante el estudio de tiempos utilizando la técnica del cronometraje de vuelta a cero.

Los datos obtenidos son necesarios para tener el conocimiento del tiempo total requerido para la elaboración de un lote de 440 tamales e identificar las actividades operación e inspección.



a) Diagrama de Operaciones de Proceso: Elaboración de un lote de 440 tamales antes de la redistribución de planta

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO  
ELABORACIÓN DE UN LOTE DE 440 TAMALES ANTES DE LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

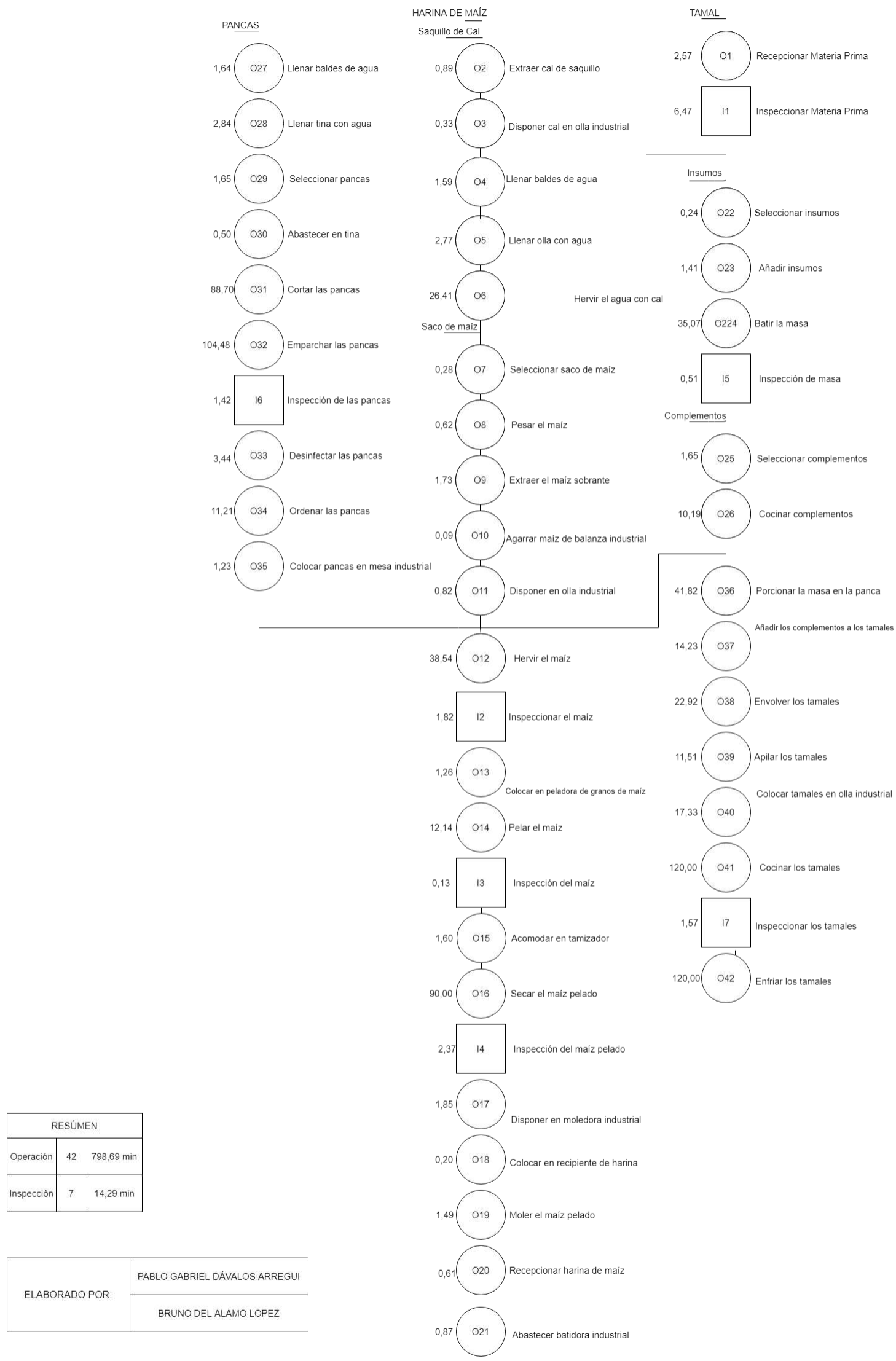


Figura 30. Diagrama de Operaciones de Proceso antes de la redistribución de planta

Fuente: Elaboración Propia



#### **4.7.Descripción del plano de distribución antes de la redistribución de planta**

La empresa cuenta con un área de 173.584 m<sup>2</sup> en el cual se encuentra el área de producción y el área administrativa.

El área de producción es de 128,233 m<sup>2</sup> en el que se encuentra la sección de molido, sección de desinfección y cocina, sección de preparado, sección de secado y sección de pelado y almacén.

En el plano se observa que las secciones se encuentran distribuidas sin tomar en cuenta el óptimo flujo del proceso, teniendo máquinas y equipos que no son usados y que ocupan espacios innecesarios y que de cierto modo estorban. Así mismo, se puede observar que hay máquinas y equipos que no están próximas a las actividades que las preceden o siguen del proceso, siendo así las más resaltantes la Peladora de Granos Industrial y el Carro Transportador que se encuentran muy alejados del resto, ocasionando así recorridos y tiempos largos e innecesarios. Para reducir estas distancias se busca realizar la redistribución, al analizar el plano se observa que se pueden invertir de posición algunas máquinas, trasladar otras y almacenar algunas, para poder tener un mejor flujo. (VER ANEXO F)

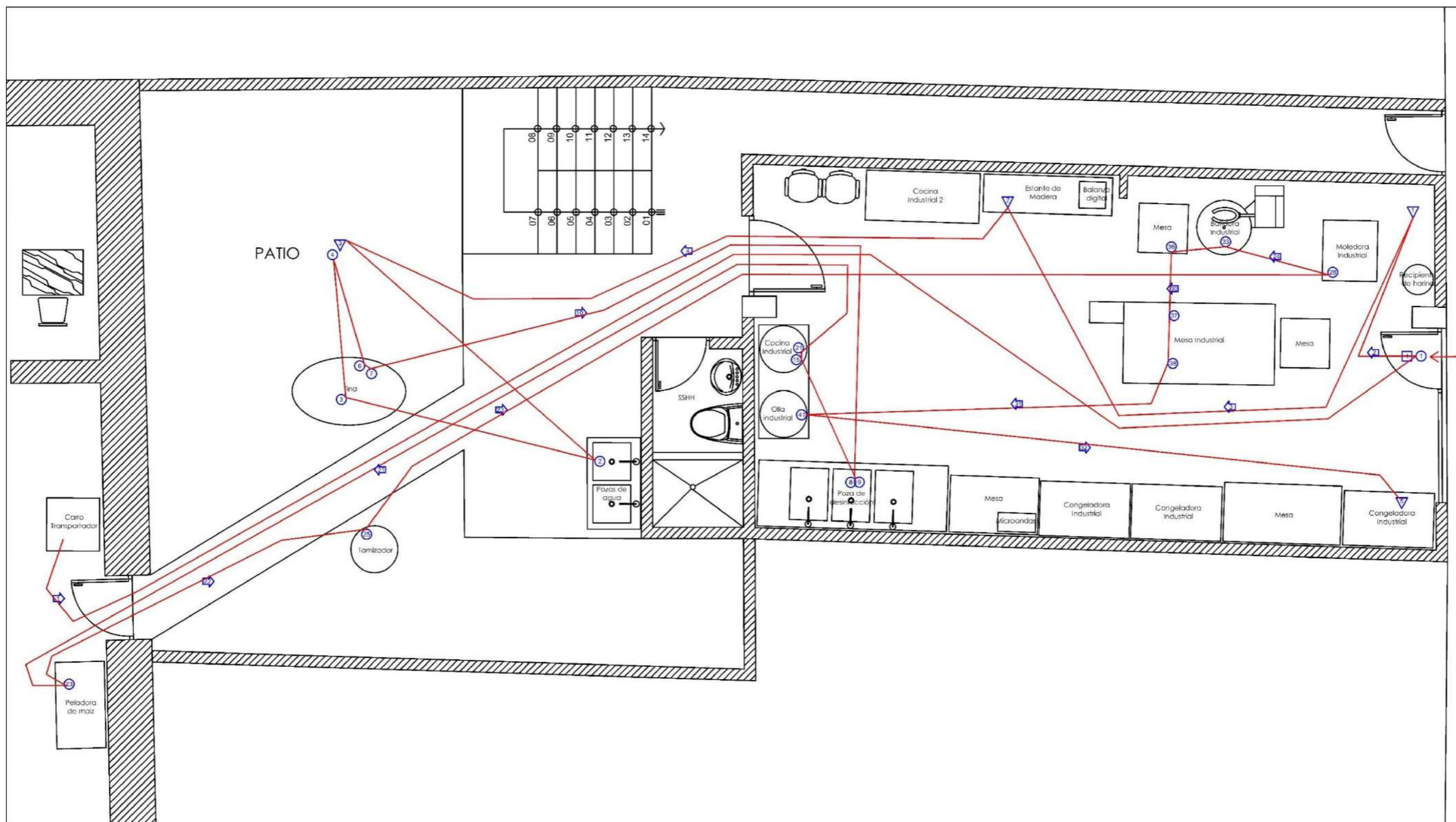
#### **4.8.Diagrama de recorrido antes de la redistribución de planta**

El diagrama de recorrido es muestra el lugar donde se efectúan actividades determinadas y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales, la maquinaria o equipo a fin de ejecutarlas.

Se realizó el diagrama de recorrido de las operaciones para analizar el proceso productivo de un lote de 440 tamales, se midió la distancia para tener el conocimiento de recorrido del producto para su producción.

Además, se dividió el diagrama de recorrido en 3 diagramas para diferenciar los distintos subprocesos que hay dentro del procesos de producción, como son:

- Diagrama de recorrido para el acondicionamiento de Pancas antes de la redistribución de planta.
- Diagrama de recorrido para la preparación de Harina de Maíz antes de la redistribución de planta.
- Diagrama de recorrido para la elaboración del Tamal antes de la redistribución de planta.



Redistribución de Planta para incrementar la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco - 2019



Tamales Doña Rosa

Diagrama de Recorrido para la elaboración de 440 tamales antes de la Redistribución de Planta

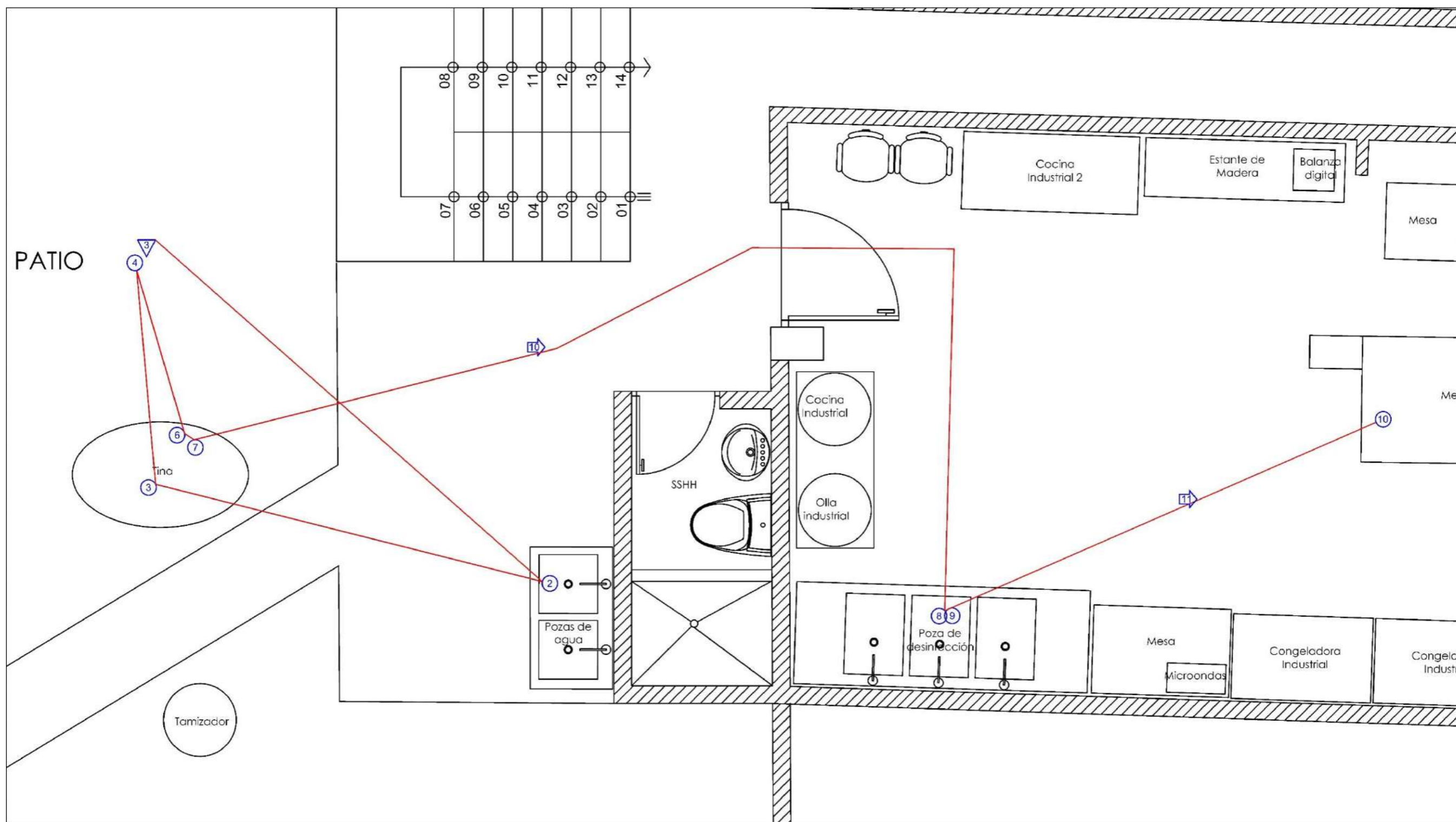
Elaborado por:

Bruno Del Alamo López  
Pablo Dávalos Arregui

Figura 31. Diagrama de Recorrido para la elaboración de 440 tamales antes de la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia

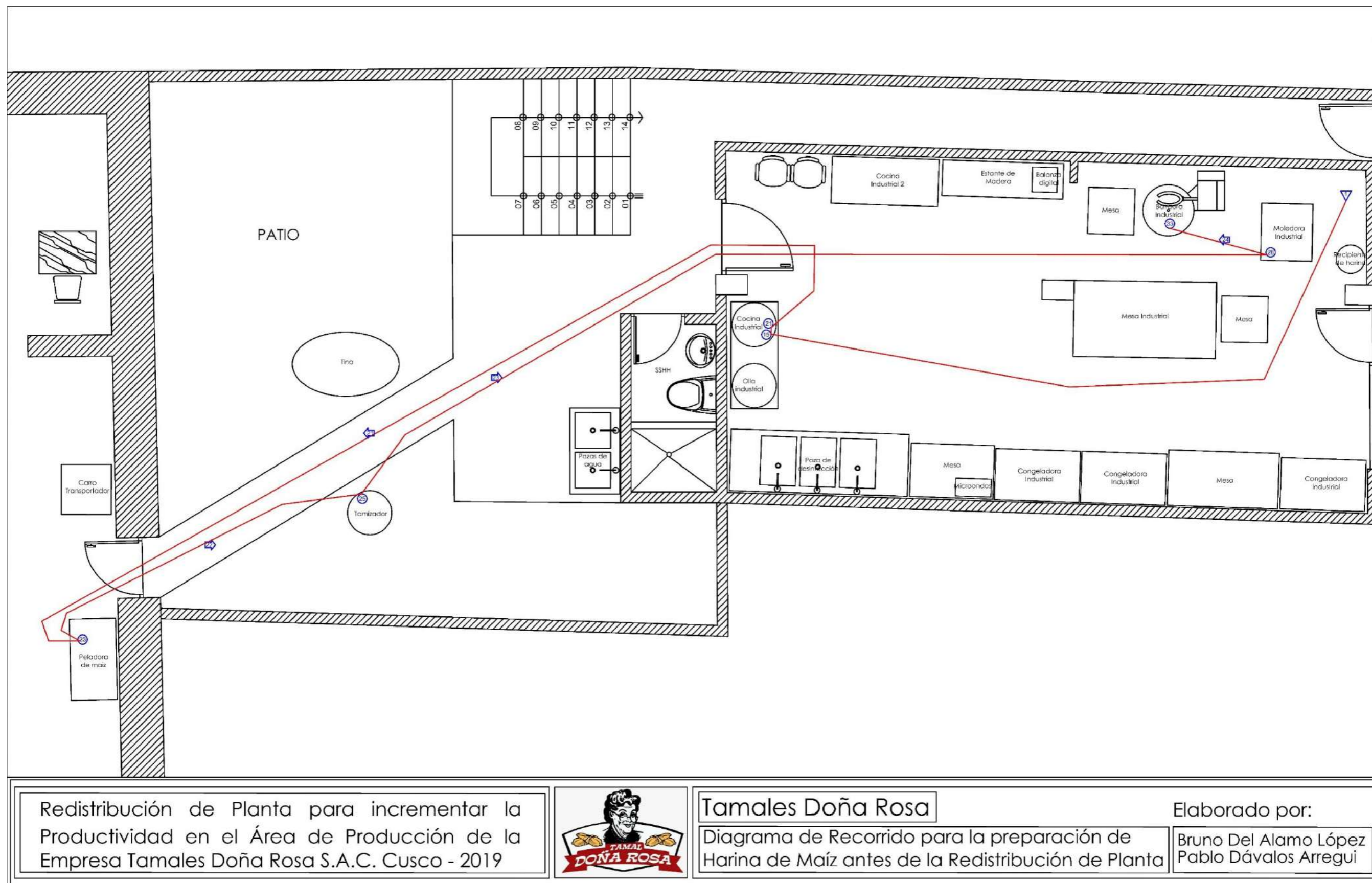




Redistribución de Planta para incrementar la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco - 2019		<b>Tamales Doña Rosa</b> Diagrama de Recorrido para el acondicionamiento de Pancas antes de la Redistribución de Planta	Elaborado por: Bruno Del Alamo López Pablo Dávalos Arregui
---	---	--	--

Figura 32. Diagrama de Recorrido para el acondicionamiento de pancas antes de la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia



Redistribución de Planta para incrementar la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco - 2019



Tamales Doña Rosa

Diagrama de Recorrido para la preparación de Harina de Maíz antes de la Redistribución de Planta

Elaborado por:

Bruno Del Alamo López  
Pablo Dávalos Arregui

Figura 33. Diagrama de Recorrido para la preparación de Harina de Maíz antes de la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia

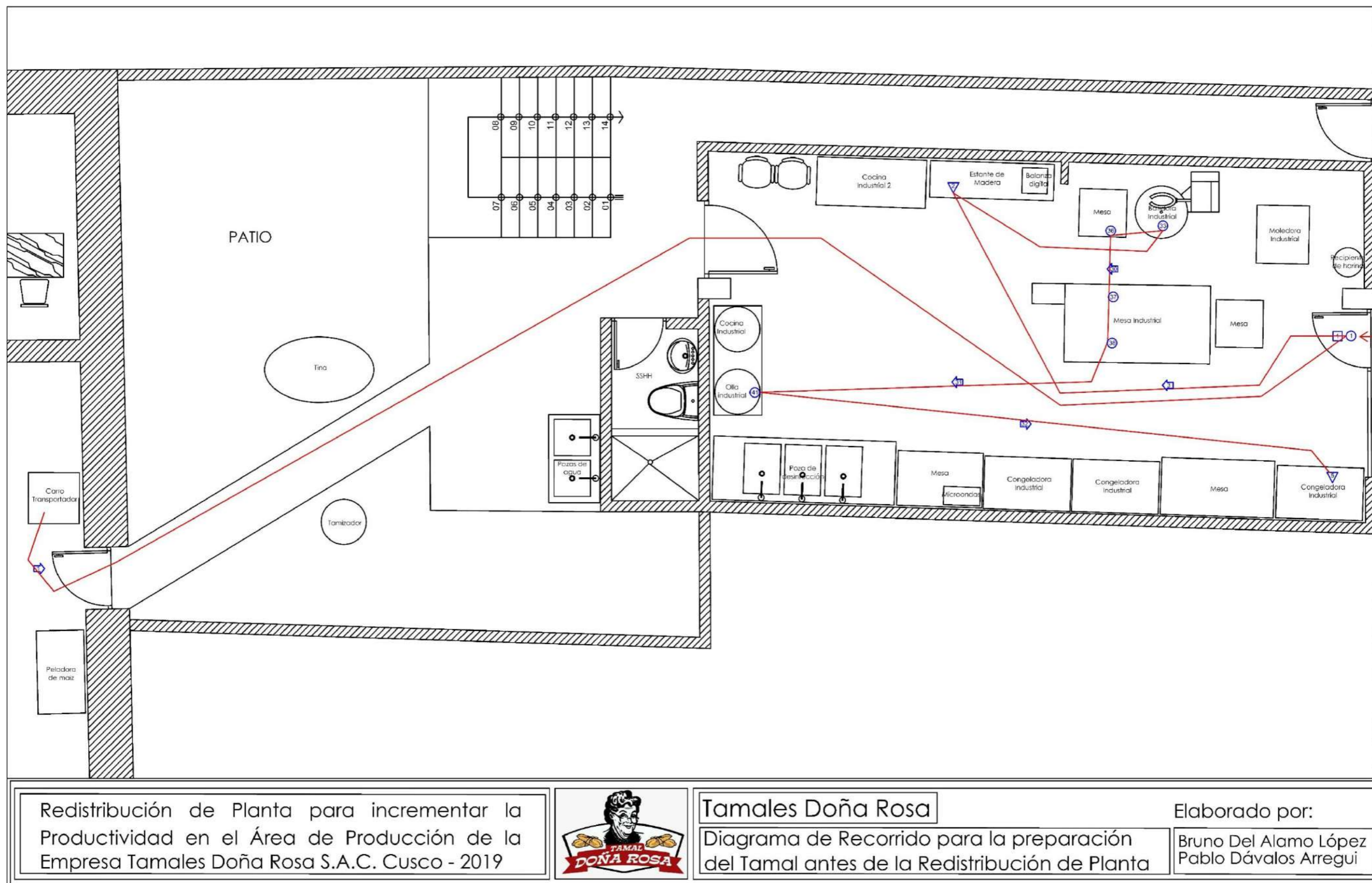


Figura 34. Diagrama de Recorrido para la elaboración del Tamal antes de la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia



## CAPITULO V.

### APLICACIÓN DE LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA

Con el diagnóstico realizado procedemos a realizar la redistribución de planta en la sección de desinfección y cocina, sección de preparado y la sección de pelado y almacén, pertenecientes al área de producción, utilizaremos el diagrama de operaciones de proceso y diagrama de análisis de proceso, método de Guerchet, tabla relacional de actividades, describiremos el plano aplicando la redistribución de planta y por último el diagrama de recorrido aplicando a la redistribución de planta.

#### 5.1.Método de Guerchet

El método considera tres superficies para la determinación del área total:

##### 1. Superficie Estática ( $S_e$ )

$$S_e = L * A$$

Donde:

L= Largo

A= Ancho

##### 2. Superficie de Gravitación ( $S_g$ )

$$S_g = S_e * N$$

Donde:

$S_e$ = Superficie Estática

N= Número de Lados

##### 3. Superficie de Evolución ( $S_v$ )

$$S_v = (S_e + S_g) * k$$

Donde:

$S_e$ = Superficie Estática

$S_g$ = Superficie de Gravitación

K= Coeficiente de evolución



$$k = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EE}}$$

$h_{EM}$  = Variedad de Elementos Móviles

$h_{EE}$  = Variedad de Elementos Estáticos

Calcularemos el Valor de  $h_{EM}$  a través de la siguiente formula:

$$h_{EM} = \frac{\sum Se * n * h}{\sum Se * n}$$

Calcularemos el Valor de  $h_{EE}$  a través de la siguiente formula:

$$h_{EE} = \frac{\sum Se * n * h}{\sum Se * n}$$

#### 4. Área total

$$At = (Se + Sg + Sv) * n$$



Tabla 10. Método Guerchet para la población

ESTACIÓN	MAQUINA Y EQUIPO	CANTIDAD (n)	LARGO (metros)	ANCHO (metros)	ALTURA (metros)	N° DE LADOS (N)	TIPO DE ELEMENTO
1	Molino industrial de granos	1	0,8	0,72	1,69	4	Estacionario
2	Cocina industrial	2	1,5	0,66	0,82	3	Estacionario
3	Pozas de desinfección	1	2,5	0,87	1,08	1	Estacionario
4	Mesa industrial	2	2	1	0,91	4	Estacionario
5	Congeladora Industrial	3	1,19	0,72	0,92	1	Estacionario
6	Batidora industrial	1	1,15	0,9	1,15	2	Estacionario
7	Estante de madera	1	1,7	0,5	1,2	1	Estacionario
8	Pozas de agua	1	1,2	0,7	1	1	Estacionario
9	Peladora de granos de maíz	1	1,14	0,65	1,17	3	Estacionario
10	Recipiente de harina	1	0,4	0,4	0,5	4	Móvil
11	Olla Industrial	2	0,62	0,62	0,7	4	Móvil
12	Tamizador	2	0,61	0,61	0,15	4	Móvil
13	Carro Transportador	1	0,7	0,7	1	4	Móvil
14	Mesa de trabajo	3	0,65	0,65	0,73	4	Móvil
15	Balanza Digital	1	0,35	0,35	0,37	4	Móvil
16	Tina	2	0,9	0,75	0,6	4	Móvil
17	Personal	5			1,6		Móvil

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 11. Método Guerchet para la población

ESTACIÓN	MAQUINA Y EQUIPO	SUPERFICIE ESTÁTICA (Se)	N° DE LADOS(N)	SUPERFICIE DE GRAVITACIÓN (Sg)	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN (Sv)	SUPERFICIE TOTAL (St)	CANTIDAD (n)	ÁREA TOTAL
1	Molino industrial de granos	0,58	4	2,30	0,82	3,70	1	3,70
2	Cocina industrial	0,99	3	2,97	1,13	5,09	2	10,17
3	Pozas de desinfección	2,18	1	2,18	1,24	5,59	1	5,59
4	Mesa industrial	2,00	4	8,00	2,84	12,84	2	25,68
5	Congeladora Industrial	0,86	1	0,86	0,49	2,20	3	6,60
6	Batidora industrial	1,04	2	2,07	0,88	3,99	1	3,99
7	Estante de madera	0,85	1	0,85	0,48	2,18	1	2,18
8	Pozas de agua	0,84	1	0,84	0,48	2,16	1	2,16
9	Peladora de granos de maíz	0,74	3	2,22	0,84	3,81	1	3,81
<b>TOTAL</b>		<b>10,06</b>	<b>20</b>	<b>22,29</b>	<b>9,19</b>	<b>41,55</b>	<b>13</b>	
10	Recipiente de harina	0,16	4	0,64	0,23	1,03	1	1,03
11	Olla Industrial	0,38	4	1,54	0,55	2,47	2	4,94
12	Tamizador	0,37	4	1,49	0,53	2,39	2	4,78
14	Carro Transportador	0,49	4	1,96	0,70	3,15	1	3,15
15	Mesa de trabajo	0,42	4	1,69	0,60	2,71	3	8,14
16	Balanza Digital	0,12	4	0,49	0,17	0,79	1	0,79
17	Tina	0,68	4	2,70	0,96	4,33	2	8,67
18	Personal	0,00	0	0,00	0,00	0,00	5	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>2,63</b>	<b>28</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	
<b>ÁREA TOTAL REQUERIDA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b>								<b>74,618</b>

Fuente: Elaboración Propia



Calcularemos el valor de **K** para la muestra, a través de las siguientes fórmulas:

- **Variedad de elementos móviles**

$$h_{EM} = \frac{\Sigma Se * n * h}{\Sigma Se * n}$$

**Donde:**

Se: Superficie estática de cada elemento

h: Altura del elemento móvil

n: Número de elementos móviles

$$h_{EM} = \frac{2,63 * 17 * 5,65}{2,63 * 17} = 5,65$$

- **Variedad de elementos estacionarios**

$$h_{EE} = \frac{\Sigma Se * n * h}{\Sigma Se * n}$$

**Donde:**

Se: Superficie estática de cada elemento

h: Altura del elemento estacionario

n: Número de elementos estacionarios

$$h_{EE} = \frac{10,06 * 4 * 9,94}{10,06 * 4} = 9,94$$

- **Valor de K**

$$k = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EE}}$$

**Donde:**

h<sub>EM</sub>: Variedad de elementos móviles

h<sub>EE</sub>: Variedad de elementos estacionarios

n: Número de elementos estacionarios

$$k = \frac{5,65}{2 * 9,94} = 0,284$$

**Análisis: Análisis:** Según el Método Guerchet el área requerida para la ocupación de espacios físicos es de 74.618m<sup>2</sup>, esto permite que las máquinas y equipos se encuentren bien ubicados, los operarios puedan realizar los trabajos operacionales de forma segura y óptima, un óptimo flujo de materiales. Cumpliendo con el principio de espacio cúbico Permitiendo cumplir con los principios de mínima distancia recorrida, principio de circulación o flujo de materiales, principio de espacio cúbico y el principio de integración de conjunto.





Tabla 12. Método Guerchet para la población aplicando la redistribución de planta

ESTACIÓN	MAQUINA Y EQUIPO	CANTIDAD (n)	LARGO (metros)	ANCHO (metros)	ALTURA (metros)	N° DE LADOS (N)	TIPO DE ELEMENTO
1	Molino industrial de granos	1	0,8	0,72	1,69	4	Estacionario
2	Cocina industrial	2	1,5	0,66	0,82	3	Estacionario
3	Pozas de desinfección	1	2,5	0,87	1,08	1	Estacionario
4	Mesa industrial	2	2	1	0,91	4	Estacionario
5	Congeladora Industrial	3	1,19	0,72	0,92	1	Estacionario
6	Batidora industrial	1	1,15	0,9	1,15	2	Estacionario
7	Estante de madera	1	1,7	0,5	1,2	1	Estacionario
8	Pozas de agua	1	1,2	0,7	1	1	Estacionario
9	Peladora de granos de maíz	1	1,14	0,65	1,17	3	Estacionario
10	Canastilla	1	0,6	0,4	0,15	4	Móvil
11	Recipiente de harina	1	0,4	0,4	0,5	4	Móvil
12	Olla Industrial	2	0,62	0,62	0,7	4	Móvil
13	Tamizador	2	0,61	0,61	0,15	4	Móvil
14	Manguera	1	15	0,1	0,1	4	Móvil
15	Carro Transportador	1	0,7	0,7	1	4	Móvil
16	Mesa de trabajo	3	0,65	0,65	0,73	4	Móvil
17	Balanza Digital	1	0,35	0,35	0,37	4	Móvil
18	Tina	2	0,9	0,75	0,6	4	Móvil
19	Personal	5			1,6		Móvil

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 13. Método Guerchet para la población aplicando la redistribución de planta

ESTACIÓN	MAQUINA Y EQUIPO	SUPERFICIE ESTÁTICA (Se)	Nº DE LADOS(N)	SUPERFICIE DE GRAVITACIÓN (Sg)	SUPERFICIE DE EVOLUCIÓN (Sv)	SUPERFICIE TOTAL (St)	CANTIDAD (n)	ÁREA TOTAL
1	Molino industrial de granos	0,58	4	2,30	0,85	3,73	1	3,73
2	Cocina industrial	0,99	3	2,97	1,18	5,14	2	10,27
3	Pozas de desinfección	2,18	1	2,18	1,29	5,64	1	5,64
4	Mesa industrial	2,00	4	8,00	2,97	12,97	2	25,94
5	Congeladora Industrial	0,86	1	0,86	0,51	2,22	3	6,67
6	Batidora industrial	1,04	2	2,07	0,92	4,03	1	4,03
7	Estante de madera	0,85	1	0,85	0,50	2,20	1	2,20
8	Pozas de agua	0,84	1	0,84	0,50	2,18	1	2,18
9	Peladora de granos de maíz	0,74	3	2,22	0,88	3,84	1	3,84
<b>TOTAL</b>		<b>10,06</b>	<b>20</b>	<b>22,29</b>	<b>9,60</b>	<b>41,95</b>	<b>13</b>	
10	Canastilla	0,24	4	0,96	0,36	1,56	1	1,56
11	Recipiente de harina	0,16	4	0,64	0,24	1,04	1	1,04
12	Olla Industrial	0,38	4	1,54	0,57	2,49	2	4,98
13	Tamizador	0,37	4	1,49	0,55	2,41	2	4,83
14	Manguera	1,50	4	6,00	2,23	9,73	1	9,73
15	Carro Transportador	0,49	4	1,96	0,73	3,18	1	3,18
16	Mesa de trabajo	0,42	4	1,69	0,63	2,74	3	8,22
17	Balanza Digital	0,12	4	0,49	0,18	0,79	1	0,79
18	Tina	0,68	4	2,70	1,00	4,38	2	8,75
19	Personal	0,00	0	0,00	0,00	0,00	5	0,00
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>36</b>	<b>17</b>	<b>6</b>	<b>28</b>	<b>19</b>	
<b>ÁREA TOTAL REQUERIDA PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PLANTA</b>								<b>76,905</b>

Fuente: Elaboración Propia



Calcularemos el valor de **K** para la muestra, a través de las siguientes fórmulas:

- **Variedad de elementos móviles**

$$h_{EM} = \frac{\Sigma Se * n * h}{\Sigma Se * n}$$

**Donde:**

Se: Superficie estática de cada elemento

h: Altura del elemento móvil

n: Número de elementos móviles

$$h_{EM} = \frac{4,37 * 19 * 5,90}{4,37 * 19} = 5,90$$

- **Variedad de elementos estacionarios**

$$h_{EE} = \frac{\Sigma Se * n * h}{\Sigma Se * n}$$

**Donde:**

Se: Superficie estática de cada elemento

h: Altura del elemento estacionario

n: Número de elementos estacionarios

$$h_{EE} = \frac{10,06 * 14 * 9,94}{10,06 * 14} = 9,94$$

- **Valor de K**

$$k = \frac{h_{EM}}{2 * h_{EE}}$$

**Donde:**

hEM: Variedad de elementos móviles

hEE: Variedad de elementos estacionarios

n: Número de elementos estacionarios

$$k = \frac{5,90}{2 * 9,94} = 0,297$$



**Análisis:** Según el Método Guerchet el área requerida para la ocupación de espacios físicos es de 76,905m<sup>2</sup>, esto permite que las máquinas y equipos se encuentren bien ubicados, los operarios puedan realizar los trabajos operacionales de forma segura y óptima, un óptimo flujo de materiales. Cumpliendo con el principio de espacio cúbico, el principio de mínima distancia recorrida, principio de circulación o flujo de materiales y el principio de integración de conjunto.

### 5.2. Tabla relacional de actividades

Según (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2014), La tabla relacional de actividades, es un cuadro organizado que mediante diagonales de intersección se puede establecer las diversas relaciones que se dan entre las funciones, actividades y sectores varios de la planta industrial.

La construcción de esta tabla se apoya en dos elementos básicos:

1. Tabla de valor de proximidad.
2. Lista de razones o motivos.

La tabla relacional constituye una poderosa herramienta para preparar un planteamiento de mejora, pues permite integrar los servicios anexos a los servicios productivos y operacionales. Cada casilla representa la intersección de dos actividades, a su vez cada casilla está dividida horizontalmente en dos; la parte superior representa el valor de aproximación y la parte inferior nos indica las razones que han inducido a elegir ese valor.

A continuación, se elaborará la tabla relacional de actividades para obtener la relación de cercanía entre las actividades.

**Tabla 14. Valor de proximidad**

CÓDIGO	VALOR DE PROXIMIDAD
A	Absolutamente necesario
E	Especialmente necesario
I	Importante
O	Normal u Ordinario
U	Sin Importancia
X	No recomendable

**Fuente:** (Díaz, Jarufe, & Noriega, 2014)



**Tabla 15. Cuadro de motivos**

<b>CÓDIGO</b>	<b>MOTIVOS</b>
<b>1</b>	<b>Por el seguimiento del proceso</b>
<b>2</b>	<b>Para reducir tiempos de recorrido</b>
<b>3</b>	<b>Almacén o posible daño de la Materia Prima o producto</b>
<b>4</b>	<b>Para evitar accidentes en el trabajo</b>
<b>5</b>	<b>Por no ser necesario para la secuencia del proceso</b>

**Fuente: Elaboración Propia**





## Resultado

Como resultado de la tabla relacional de actividades tenemos los siguientes valores de proximidad

CÓDIGO	RESULTADO
A	(1,2) (1,11) (2,11) (3,4) (3,8) (3,16) (4,8) (4,12) (4,16) (5,16) (6,8) (6,9) (8,1) (8,9) (8,11) (8,12) (8,13) (9,11) (9,12) (9,13) (11,12) (11,13) (12,13) (13,14)
E	(1,5) (1,16) (2,5) (2,16) (3,5) (3,6) (3,9) (3,13) (3,15) (4,5) (4,6) (4,9) (4,13) (4,15) (5,9) (5,13) (8,10) (9,10)
I	(1,8) (1,9) (2,8) (2,9) (3,10) (4,10) (6,10) (8,16) (9,16) (15,16)
O	(1,3) (1,4) (1,12) (1,13) (2,3) (2,4) (2,12) (2,13) (5,8)
U	(1,6) (1,7) (1,10) (2,6) (2,7) (2,10) (3,7) (4,7) (7,8) (7,9) (7,10) (7,11) (7,12) (7,13) (7,14) (7,15) (7,16)
X	(1,14) (1,15) (2,14) (2,15) (3,11) (3,14) (4,11) (4,14) (5,6) (5,7) (5,10) (5,11) (5,12) (5,14) (5,15) (6,7) (6,11) (6,12) (6,13) (6,14) (6,15) (6,16) (8,14) (8,15) (9,14) (9,15) (10,11) (10,12) (10,13) (10,14) (10,15) (10,16) (11,14) (11,15) (11,16) (12,14) (12,15) (12,16) (13,14) (13,15) (13,16) (14,16)

**Fuente:** Elaboración Propia

**Análisis:** La tabla relacional de actividades, nos muestra que algunas maquinarias y equipos del área de producción se encuentran ubicadas en una posición adecuada siguiendo el orden de producción.

Se ven excepciones en la sección de desinfección y cocina, sección de preparado y la sección de pelado y almacén donde el operario tiene que hacer largos recorridos o recorridos repetitivos para continuar el proceso ocasionando pérdida del recurso tiempo.

Por consiguiente, existe una mala ubicación de una de las cocinas industriales, las congeladoras industriales, una de las mesas industriales, la peladora de granos de maíz, los tamizadores y el carro transportador.



### **5.3. Estudio de tiempos aplicando la redistribución de planta**

Se realizó un estudio de tiempos aplicando la redistribución de planta, considerando los suplementos que se muestra en el ANEXO D, con sus respectivos valores.

En el estudio de tiempos se tomó en cuenta 3 procesos para la elaboración de un lote de 440 tamales ya que se realizan actividades simultaneas durante todo el proceso, a continuación, se muestran los tiempos estándares aplicando la redistribución de planta.

El proceso 1: Acondicionamiento de pancas, hallando un tiempo estándar total de 219,29 minutos.

El proceso 2: Preparación de harina de maíz hallando un tiempo estándar total de 192.08 minutos.

El proceso 3: Preparación del tamal hallando un tiempo estándar total de 430,20 minutos.





**A) Estudio de tiempos del Proceso 1: Acondicionamiento de pancas aplicando la redistribución de planta**

ESTUDIO N°1		PAGINA 1 de 1										OBSERVADORES		Pablo Gabriel Dávalos Arregui Bruno Del Álamo Lopez		
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		PROCESO: ACONDICIONAMIENTO DE PANCAS										PAG 1 DE 1				
		MUESTRA														
DESCRIPCIÓN		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS	
1	Transporte a almacén de pancas	TO	0,47	0,50	0,40	0,57	0,59	0,41	0,50	0,52	0,39	0,49	4,85	0,50	18,80%	0,59
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		N	0,49	0,52	0,41	0,59	0,61	0,42	0,52	0,54	0,40	0,51				
2	Almacenar pancas	TO	0,67	0,75	0,66	0,58	0,78	0,89	0,66	0,78	0,50	0,56	6,83	0,70	15,00%	0,80
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,68	0,77	0,67	0,59	0,80	0,91	0,67	0,80	0,51	0,57				
3	Transporte de operario a pozas de agua	TO	0,13	0,15	0,14	0,14	0,10	0,17	0,13	0,15	0,16	0,16	1,43	0,14	20,60%	0,17
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,13	0,15	0,14	0,14	0,10	0,17	0,13	0,15	0,16	0,16				
4	Retirar manguera de soporte	TO	0,67	0,66	0,69	0,59	0,65	0,58	0,55	0,61	0,65	0,60	6,25	0,64	15,00%	0,74
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,69	0,68	0,71	0,61	0,67	0,60	0,57	0,63	0,67	0,62				
5	Transporte de manguera a tina	TO	0,10	0,11	0,10	0,13	0,14	0,10	0,15	0,12	0,13	0,14	1,22	0,12	18,30%	0,15
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,10	0,11	0,10	0,13	0,14	0,10	0,15	0,12	0,13	0,14				
6	Llenar tina con agua	TO	2,40	2,43	2,39	2,38	2,33	2,35	2,39	2,33	2,25	2,41	23,66	2,44	14,40%	2,79
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	2,47	2,50	2,46	2,45	2,40	2,42	2,46	2,40	2,32	2,48				
7	Colgar manguera en soporte	TO	0,15	0,15	0,28	0,16	0,20	0,18	0,15	0,15	0,17	0,18	1,77	0,18	16,50%	0,21
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,15	0,15	0,28	0,16	0,20	0,18	0,15	0,15	0,17	0,18				
8	Transporte de operario a almacén de pancas	TO	0,13	0,14	0,15	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14	1,48	0,15	20,60%	0,18
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,13	0,14	0,15	0,13	0,16	0,15	0,16	0,17	0,15	0,14				
9	Seleccionar pancas	TO	1,47	1,48	1,55	1,33	1,35	1,40	1,38	1,35	1,59	1,50	14,40	1,44	14,40%	1,65
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	1,47	1,48	1,55	1,33	1,35	1,40	1,38	1,35	1,59	1,50				
10	Transporte de pancas a tina	TO	0,19	0,17	0,24	0,17	0,25	0,16	0,17	0,24	0,17	0,26	2,03	0,21	20,60%	0,25
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,19	0,18	0,25	0,18	0,26	0,16	0,17	0,25	0,18	0,26				
11	Abastecer en tina	TO	0,33	0,40	0,47	0,37	0,45	0,50	0,52	0,43	0,39	0,32	4,17	0,43	16,50%	0,50
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,34	0,41	0,48	0,37	0,46	0,51	0,53	0,44	0,40	0,33				
12	Cortar las pancas	TO	75,13	84,00	84,47	65,13	79,20	88,50	82,21	69,67	67,00	73,73	769,04	77,67	14,20%	88,70
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	75,88	84,84	85,31	65,78	79,99	89,39	83,03	70,36	67,67	74,47				
13	Emparchar las pancas	TO	90,50	90,51	91,00	90,58	90,55	90,53	90,49	90,58	90,55	90,56	905,85	91,49	14,20%	104,48
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	91,41	91,42	91,91	91,49	91,46	91,44	91,39	91,49	91,46	91,47				
14	Inspección de las pancas	TO	1,00	1,10	1,05	0,97	1,03	1,05	0,92	1,13	1,34	1,50	11,08	1,16	18,90%	1,38
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	1,05	1,16	1,10	1,02	1,08	1,10	0,96	1,19	1,41	1,58				
15	Transporte de pancas a pozas de desinfección	TO	0,29	0,34	0,28	0,34	0,40	0,35	0,37	0,26	0,30	0,31	3,22	0,33	18,80%	0,39
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,29	0,35	0,28	0,35	0,41	0,36	0,38	0,26	0,31	0,31				
16	Desinfectar las pancas	TO	3,43	2,61	3,12	2,61	2,68	2,74	2,85	3,32	3,25	3,17	29,78	3,01	14,40%	3,44
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	3,47	2,64	3,15	2,64	2,70	2,76	2,88	3,36	3,28	3,20				
17	Ordenar las pancas	TO	9,68	8,97	10,53	9,69	9,21	9,14	9,43	9,79	11,10	10,28	97,82	9,88	13,50%	11,21
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	9,77	9,06	10,64	9,79	9,30	9,24	9,53	9,89	11,21	10,38				
18	Transporte de pancas a mesa industrial	TO	0,31	0,33	0,37	0,27	0,31	0,33	0,33	0,37	0,29	0,26	3,16	0,33	18,80%	0,39
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,32	0,34	0,38	0,28	0,32	0,34	0,34	0,38	0,30	0,26				
19	Colocar pancas en mesa industrial	TO	1,04	1,10	1,08	1,11	1,04	1,03	1,06	1,08	1,03	1,07	10,64	1,07	14,40%	1,23
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,05	1,11	1,09	1,12	1,05	1,04	1,07	1,09	1,04	1,08				
TOTAL												1898,69	191,89		219,25	

**Figura 36. Estudio de tiempos del Proceso 1: Acondicionamiento de pancas aplicando la redistribución de planta**

**Fuente: Elaboración Propia**



B) Estudio de tiempos del Proceso 2: Preparación de harina de maíz aplicando de la redistribución de planta

ESTUDIO N°1												PAGINA 1 de 1				
NOMBRE DE LA OPERACIÓN		PROCESO: PREPARACIÓN DE HARINA DE MAÍZ										ELABORADO POR:		Pablo Gabriel Dávalos Arregui Bruno Del Alamo Lopez		
DESCRIPCIÓN		MUESTRA										PAG 1 DE 1				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS	
1	Transporte a almacén de maíz	TO	0,14	0,12	0,11	0,12	0,13	0,14	0,12	0,12	0,14	0,13	1,27	0,13	21,80%	0,16
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		N	0,14	0,13	0,11	0,12	0,13	0,14	0,13	0,12	0,14	0,14				
2	Almacenar maíz	TO	0,50	0,49	0,53	0,55	0,53	0,56	0,55	0,53	0,52	0,51	5,27	0,54	18,00%	0,63
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,51	0,50	0,54	0,56	0,54	0,57	0,56	0,54	0,53	0,52				
3	Transporte de operario a estante de madera	TO	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,09	0,76	0,08	20,60%	0,09
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,07	0,08	0,09	0,06	0,07	0,07	0,08	0,09	0,06	0,09				
4	Extraer cal de saquillo	TO	0,83	0,55	0,73	0,78	0,74	0,71	0,69	0,77	0,73	0,81	7,34	0,76	17,30%	0,89
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,85	0,57	0,75	0,80	0,76	0,73	0,71	0,79	0,75	0,83				
5	Transporte de cal a olla industrial	TO	0,10	0,12	0,09	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,12	0,15	1,16	0,12	20,60%	0,14
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,10	0,12	0,09	0,14	0,12	0,12	0,11	0,09	0,13	0,15				
6	Disponer cal en olla industrial	TO	0,30	0,29	0,31	0,25	0,25	0,27	0,27	0,30	0,25	0,25	2,75	0,28	18,80%	0,33
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,31	0,30	0,32	0,26	0,26	0,27	0,27	0,31	0,25	0,26				
7	Transporte de operario a pozas de agua	TO	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26	2,45	0,25	20,60%	0,30
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,22	0,23	0,24	0,25	0,22	0,27	0,26	0,25	0,25	0,26				
8	Retirar manguera de soporte	TO	0,67	0,66	0,69	0,59	0,65	0,58	0,55	0,61	0,65	0,60	6,25	0,63	15,00%	0,73
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	0,68	0,67	0,70	0,60	0,66	0,59	0,56	0,62	0,66	0,61				
9	Transporte de manguera a olla industrial	TO	0,18	0,18	0,20	0,19	0,20	0,18	0,22	0,23	0,21	0,20	1,99	0,21	18,30%	0,25
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,19	0,19	0,21	0,20	0,21	0,19	0,23	0,24	0,22	0,21				
10	Llenar olla industrial con agua	TO	2,25	2,28	2,30	2,27	2,26	2,26	2,29	2,33	2,28	2,25	22,77	2,30	14,40%	2,63
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	2,27	2,30	2,32	2,29	2,28	2,28	2,31	2,35	2,30	2,27				
11	Colgar manguera en soporte	TO	0,15	0,15	0,28	0,16	0,20	0,18	0,15	0,15	0,17	0,18	1,77	0,18	16,50%	0,21
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,15	0,15	0,28	0,16	0,20	0,18	0,15	0,15	0,17	0,18				
12	Hervir el agua con cal	TO	25,33	25,19	25,26	25,32	25,21	25,22	25,26	25,30	25,26	36,70	264,05	26,41	0,00%	26,41
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	25,33	25,19	25,26	25,32	25,21	25,22	25,26	25,30	25,26	36,70				
13	Transporte de operario a almacén de maíz	TO	0,13	0,14	0,10	0,13	0,14	0,11	0,15	0,12	0,12	0,13	1,27	0,13	18,30%	0,15
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,13	0,14	0,10	0,13	0,14	0,11	0,15	0,12	0,12	0,13				
14	Seleccionar saco de maíz	TO	0,25	0,20	0,22	0,30	0,21	0,25	0,28	0,25	0,21	0,21	2,38	0,24	18,30%	0,28
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,25	0,20	0,22	0,30	0,21	0,25	0,28	0,25	0,21	0,21				
15	Transporte de saco de maíz a balanza digital	TO	0,07	0,06	0,07	0,05	0,08	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07	0,61	0,06	22,40%	0,08
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,07	0,06	0,07	0,05	0,08	0,04	0,06	0,05	0,06	0,07				
16	Pesar el maíz	TO	0,58	0,55	0,50	0,48	0,55	0,56	0,51	0,50	0,45	0,42	5,10	0,53	17,30%	0,62
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,60	0,57	0,52	0,49	0,57	0,58	0,53	0,52	0,46	0,43				
17	Extraer maíz sobrante	TO	1,50	1,39	1,44	1,45	1,41	1,39	1,46	1,48	1,40	1,48	14,40	1,48	16,70%	1,73
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	1,55	1,43	1,48	1,49	1,45	1,43	1,50	1,52	1,44	1,52				
18	Transporte de maíz a almacén de maíz	TO	0,07	0,06	0,08	0,05	0,06	0,05	0,07	0,08	0,07	0,06	0,65	0,07	22,40%	0,08
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,07	0,06	0,08	0,05	0,06	0,05	0,07	0,08	0,07	0,06				
19	Almacenar maíz sobrante	TO	1,02	1,11	1,05	1,09	1,10	1,09	1,01	1,02	1,08	1,02	10,59	1,08	18,50%	1,28
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	1,04	1,13	1,07	1,11	1,12	1,11	1,03	1,04	1,10	1,04				
20	Transporte de operario a balanza industrial	TO	0,07	0,05	0,07	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06	0,08	0,68	0,07	20,60%	0,08
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,07	0,05	0,07	0,09	0,08	0,07	0,06	0,05	0,06	0,08				
21	Agarrar maíz de balanza industrial	TO	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,09	0,10	0,05	0,07	0,06	0,71	0,07	20,60%	0,09
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	0,08	0,06	0,07	0,08	0,05	0,09	0,10	0,05	0,07	0,06				
22	Transporte de maíz a cocina industrial	TO	0,11	0,12	0,11	0,14	0,12	0,15	0,10	0,11	0,09	0,12	1,17	0,12	22,40%	0,15
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,11	0,12	0,11	0,14	0,12	0,15	0,10	0,11	0,09	0,12				
23	Disponer en olla industrial	TO	0,75	0,72	0,78	0,70	0,60	0,65	0,66	0,62	0,69	0,66	6,83	0,69	19,10%	0,82
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	0,76	0,73	0,79	0,71	0,61	0,66	0,67	0,63	0,70	0,67				
24	Hervir el maíz	TO	37,12	38,60	37,10	38,50	39,20	39,50	36,90	38,80	40,04	39,60	385,36	38,54	0,00%	38,54
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	37,12	38,60	37,10	38,50	39,20	39,50	36,90	38,80	40,04	39,60				
25	Inspección del maíz	TO	1,32	1,41	1,51	1,28	1,33	1,42	2,01	1,15	1,23	1,55	14,21	1,49	21,90%	1,82
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	1,39	1,48	1,59	1,34	1,40	1,49	2,11	1,21	1,29	1,63				
26	Transporte a peladora de granos de maíz	TO	0,20	0,21	0,22	0,19	0,18	0,19	0,20	0,21	0,18	0,25	2,03	0,21	20,60%	0,25
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,21	0,22	0,23	0,20	0,19	0,20	0,21	0,22	0,19	0,26				
27	Colocar en peladora de granos de maíz	TO	1,02	0,98	0,98	1,02	0,93	1,26	1,35	1,20	0,83	0,82	10,40	1,05	19,70%	1,26
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,03	0,99	0,99	1,03	0,94	1,27	1,36	1,21	0,84	0,82				
28	Pelar el maíz	TO	12,00	12,22	12,30	12,03	12,15	12,22	12,08	12,09	12,11	12,15	121,35	12,14	0,00%	12,14
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	12,00	12,22	12,30	12,03	12,15	12,22	12,08	12,09	12,11	12,15				



C) Estudio de tiempos del Proceso 3: Preparación del tamal aplicando de la redistribución de planta

		ESTUDIO N°1										PAGINA 1 de 1		ELABORADO POR: Pablo Gabriel Dávalos Arregui Bruno Del Alamo Lopez		
		NOMBRE DE LA OPERACIÓN		PROCESO: PREPARACIÓN DEL TAMAL										PAG 1 DE 1		
		MUESTRA														
DESCRIPCIÓN			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	TO TOTAL	PROM TO	S	TS
1	Transporte de carro transportador a puerta de ingreso	TO	0,14	0,16	0,16	0,14	0,15	0,18	0,16	0,17	0,18	0,15	1,59	0,16	21,80%	0,20
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	0,15	0,16	0,16	0,14	0,15	0,18	0,16	0,17	0,18	0,15				
2	Recepción de materia prima	TO	2,05	2,20	2,15	2,11	2,24	2,13	2,33	2,10	2,22	2,24	21,77	2,24	14,40%	2,57
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	2,11	2,27	2,21	2,17	2,31	2,19	2,40	2,16	2,29	2,31				
3	Inspección de materia prima	TO	5,15	5,20	5,35	4,51	5,01	5,18	5,12	4,59	5,18	5,22	50,51	5,30	21,90%	6,47
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		N	5,41	5,46	5,62	4,74	5,26	5,44	5,38	4,82	5,44	5,48				
4	Transporte a estante de madera	TO	0,13	0,13	0,15	0,15	0,16	0,14	0,17	0,17	0,15	0,19	1,54	0,16	18,80%	0,19
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		N	0,14	0,13	0,15	0,15	0,16	0,14	0,18	0,18	0,15	0,20				
5	Almacenar insumos y complementos	TO	1,45	1,22	1,19	1,15	1,29	1,10	1,50	1,33	1,41	1,45	13,09	1,34	14,40%	1,53
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	1,48	1,24	1,21	1,17	1,32	1,12	1,53	1,36	1,44	1,48				
6	Tranporte de operario a estante de madera	TO	0,08	0,09	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08	0,89	0,09	20,60%	0,11
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,08	0,09	0,08	0,10	0,10	0,10	0,09	0,09	0,08	0,08				
7	Seleccionar insumos	TO	0,20	0,18	0,19	0,21	0,22	0,21	0,23	0,23	0,20	0,19	2,06	0,21	18,30%	0,24
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,20	0,18	0,19	0,21	0,22	0,21	0,23	0,23	0,20	0,19				
8	Transporte de insumos a batidora industrial	TO	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09	0,85	0,09	20,60%	0,11
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,08	0,07	0,07	0,08	0,09				
9	Añadir insumos	TO	1,20	1,15	1,18	1,22	1,25	1,24	1,22	1,18	1,20	1,21	12,05	1,22	15,60%	1,41
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	1,21	1,16	1,19	1,23	1,26	1,25	1,23	1,19	1,21	1,22				
10	Batir la masa	TO	32,00	34,21	33,24	35,11	38,44	31,23	35,51	37,44	37,12	36,44	350,74	35,07	0,00%	35,07
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	32,00	34,21	33,24	35,11	38,44	31,23	35,51	37,44	37,12	36,44				
11	Inspección de masa	TO	0,33	0,42	0,37	0,47	0,33	0,43	0,37	0,47	0,48	0,35	4,02	0,42	21,90%	0,51
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	0,35	0,44	0,39	0,49	0,35	0,46	0,39	0,49	0,51	0,37				
12	Transporte de operario a estante de madera	TO	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,07	0,88	0,09	20,60%	0,11
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	0,09	0,08	0,08	0,10	0,10	0,10	0,08	0,09	0,09	0,07				
13	Seleccionar complementos	TO	1,49	1,50	1,55	1,46	1,44	1,43	1,38	1,33	1,37	1,51	14,46	1,45	14,40%	1,65
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	1,49	1,50	1,55	1,46	1,44	1,43	1,38	1,33	1,37	1,51				
14	Transporte de complementos a olla industrial	TO	0,10	0,11	0,14	0,09	0,10	0,12	0,11	0,12	0,09	0,11	1,09	0,11	20,60%	0,14
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,10	0,11	0,15	0,10	0,11	0,13	0,11	0,12	0,10	0,11				
15	Cocinar complementos	TO	10,12	10,14	10,02	10,01	10,11	10,12	10,08	10,07	10,12	10,13	100,92	10,19	0,00%	10,19
		C	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01				
		TN	10,22	10,24	10,12	10,11	10,21	10,22	10,18	10,17	10,22	10,23				
16	Transporte de complementos a mesa industrial	TO	0,13	0,14	0,12	0,14	0,16	0,12	0,14	0,12	0,15	0,15	1,38	0,14	20,60%	0,17
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	0,14	0,15	0,13	0,15	0,16	0,12	0,15	0,13	0,16	0,16				
17	Porcionar la masa en la panca	TO	35,59	35,52	35,55	35,50	35,57	35,58	35,54	35,57	35,58	35,51	355,51	36,62	14,20%	41,82
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	36,66	36,59	36,62	36,57	36,64	36,65	36,61	36,64	36,65	36,58				
18	Transporte de tamal a mesa industrial	TO	7,20	7,16	7,15	7,20	7,15	7,14	7,17	7,18	7,20	7,19	71,74	7,46	16,20%	8,67
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	7,49	7,45	7,44	7,49	7,44	7,43	7,46	7,47	7,49	7,48				
19	Añadir complementos a los tamales	TO	12,05	12,01	12,08	12,09	12,10	12,11	12,08	12,09	12,05	12,10	120,76	12,44	14,40%	14,23
		C	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03				
		TN	12,41	12,37	12,44	12,45	12,46	12,47	12,44	12,45	12,41	12,46				
20	Envolver los tamales	TO	13,67	16,67	23,33	21,33	19,33	18,00	22,67	21,40	20,73	19,67	196,80	20,07	14,20%	22,92
		C	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02				
		TN	13,94	17,00	23,80	21,76	19,72	18,36	23,12	21,83	21,15	20,06				
21	Apilar los tamales	TO	7,94	7,91	7,93	7,94	7,92	7,97	8,02	8,09	8,02	8,01	79,75	7,98	14,20%	9,11
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	7,94	7,91	7,93	7,94	7,92	7,97	8,02	8,09	8,02	8,01				
22	Transporte de tamales a cocina industrial	TO	1,05	1,10	1,06	1,04	1,07	1,03	1,08	1,05	1,07	1,06	10,61	1,10	18,50%	1,31
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	1,09	1,14	1,10	1,08	1,11	1,07	1,12	1,09	1,11	1,10				
23	Colocar los tamales en olla industrial	TO	12,00	12,01	12,10	12,05	12,08	12,09	12,10	12,11	12,04	12,08	120,66	12,07	21,90%	14,71
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	12,00	12,01	12,10	12,05	12,08	12,09	12,10	12,11	12,04	12,08				
24	Cocinar los tamales	TO	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	1200,00	120,00	0,00%	120,00
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00				
25	Inspección de tamales	TO	1,05	1,22	1,41	1,32	1,10	1,15	1,22	1,19	1,30	1,29	12,25	1,29	21,90%	1,57
		C	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05				
		TN	1,10	1,28	1,48	1,39	1,16	1,21	1,28	1,25	1,37	1,35				
26	Enfriar los tamales	TO	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	1200,00	120,00	0,00%	120,00
		C	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00				
		TN	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00				
27	Transporte de tamales a congeladora industrial	TO	1,50	1,51	1,55	1,52	1,49	1,58	1,59	1,50	1,49	1,52	15,25	1,59	18,50%	1,88
		C	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04				
		TN	1,56	1,57	1,61	1,58	1,55	1,64	1,65	1,56	1,55	1,58				
28	Almacenar los tamales	TO	11,20	11,15	11,18	11,10	11,12	11,09	11,15	11,12	11,15	11,18	111,44	11,37	17,30%	13,33
		C	1,02	1,02												



#### 5.4. Diagrama de Análisis de Proceso aplicando la redistribución de planta

Al realizar el diagrama de actividades de proceso de la planta en el área de producción para un lote de 440 tamales antes de aplicar la redistribución de planta, se determinó que se realizan 87 actividades, que se subdividen en 44 de operación, 31 de transporte, 7 de inspección y 5 de almacenamiento.

La distancia recorrida total en la actividad de transporte es de 587,62m y el tiempo total requerido para realizar las 87 actividades es 430,20 minutos. Se realizó la medición del tiempo requerido mediante el estudio de tiempos utilizando la técnica del cronometraje de vuelta a cero.

Los datos obtenidos son necesarios para tener el conocimiento del tiempo total requerido para la elaboración de un lote de 440 tamales e identificar las actividades de transporte con sus respectivos tiempos y la distancia total recorrida, estos serán utilizados para aplicar la redistribución de planta.

**Tabla 16. Actividades del Proceso Elaboración de 440 tamales**

N°	PROCESO	ACTIVIDAD	CONTEO	DISTANCIA (m)	TIEMPO (min)	TOTAL
1	Acondicionamiento de pancas	Operación	10		214,95	219,29
		Transporte	7	35,47	2,12	
		Inspección	1		1,42	
		Almacenamiento	1		0,8	
2	Preparación de harina de maíz	Operación	21		183,26	192,08
		Transporte	14	53,94	2,60	
		Inspección	3		4,32	
		Almacenamiento	2		1,91	
3	Elaboración del tamal	Operación	13		393,92	430,20
		Transporte	10	498,21	12,88	
		Inspección	3		8,55	
		Almacenamiento	2		14,86	
TOTAL			87	587,62		841,57

**Fuente: Elaboración Propia**



**A) Diagrama de Análisis de Proceso 1: Acondicionamiento de pancas aplicando la redistribución de planta**

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO									
ELABORADO POR:				PABLO GABRIEL DÁVALOS ARREGUI					
				BRUNO DEL ALAMO LOPEZ					
PROCESO:			RESUMEN						
ACONDICIONAMIENTO DE PANCAS			ACTIVIDAD	CONTEO	DIST(m)	TIEMPO(min)			
MÉTODO			OPERACIÓN	10	-	214,95			
APLICANDO LA REDISTRIBUCIÓN			TRANSPORTE	7	35,47	2,12			
LUGAR:			INSPECCIÓN	1	-	1,42			
EMPRESA DE TAMALES DOÑA ROSA			ALMACÉN	1	-	0,80			
			DEMORA	0	-	-			
Nº	DESCRIPCIÓN	DIST (m)	TIEMPO (min)	○	➡	□	▽	D	OBSERVACIONES
1	Transporte a almacén de pancas	9,25	0,59						
2	Almacenar pancas	-	0,80						
3	Transporte de operario a pozas de agua	4,18	0,17						
4	Retirar manguera de soporte	-	0,74						
5	Transporte de manguera a tina	2,9	0,15						Recorrido repetitivo
6	Llenar tina con agua	-	2,79						
7	Colgar manguera en soporte	-	0,21						
8	Transporte de operario a almacén de pancas	4,25	0,18						
9	Seleccionar pancas	-	1,65						
10	Transporte de pancas a tina	1,7	0,25						
11	Abastecer en tina	-	0,50						
12	Cortar las pancas	-	88,70						
13	Emparchar las pancas	-	104,48						
14	Inspección de las pancas	-	1,42						
15	Transporte de pancas a pozas de desinfección	9,32	0,39						
16	Desinfectar las pancas	-	3,44						
17	Ordenar las pancas	-	11,21						
18	Transporte de pancas a mesa industrial	3,87	0,39						
19	Colocar pancas en mesa industrial	-	1,23						

**Figura 39. Diagrama de Análisis de Proceso 1: Acondicionamiento de panca aplicando la redistribución de planta**

**Fuente: Elaboración Propia**



B) Diagrama de Análisis de Proceso 2: Preparación de panta aplicando la redistribución de planta

DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESO									
ELABORADO POR:				PABLO GABRIEL DÁVALOS ARREGUI BRUNO DEL ALAMO LOPEZ					
PROCESO:			RESUMEN						
PREPARACIÓN DE HARINA DE MAÍZ			ACTIVIDAD	CONTEO	DIST(m)	TIEMPO(min)			
MÉTODO			OPERACIÓN	21	-	183,26			
APLICANDO LA REDISTRIBUCIÓN			TRANSPORTE	14	53,94	2,60			
LUGAR:			INSPECCIÓN	3	-	4,32			
EMPRESA DE TAMALES DOÑA ROSA			ALMACÉN	2	-	1,91			
			DEMORA	0	-	-			
Nº	DESCRIPCIÓN	DIST (m)	TIEMPO (min)	○	➔	□	▽	⊔	OBSERVACIONES
1	Transporte a almacén de maíz	4,69	0,16						
2	Almacenar maíz	-	0,63						
3	Transporte de operario a estante de madera	2,45	0,09						
4	Extraer cal de saquillo	-	0,89						
5	Transporte de cal a olla industrial	3,31	0,14						
6	Disponer cal en olla industrial	-	0,33						
7	Transporte de operario a pozas de agua	6,87	0,30						
8	Retirar manguera de soporte	-	0,73						
9	Transporte de manguera a olla industrial	5,79	0,25						Recorrido repetitivo
10	Llenar olla industrial con agua	-	2,63						
11	Colgar manguera en soporte		0,21						
12	Hervir el agua con cal	-	26,41						
13	Transporte de operario a almacén de maíz	4,04	0,15						
14	Seleccionar saco de maíz	-	0,28						
15	Transporte de saco de maíz a balanza digital	0,4	0,08						
16	Pesar el maíz	-	0,62						
17	Extraer maíz sobrante	-	1,73						
18	Transporte de maíz a almacén de maíz	0,4	0,08						
19	Almacenar maíz sobrante	-	1,28						
20	Transporte de operario a balanza industrial	0,4	0,08						
21	Agarrar maíz de balanza industrial	-	0,09						
22	Transporte de maíz a cocina industrial	3,2	0,15						
23	Disponer en olla industrial	-	0,82						
24	Hervir el maíz	-	38,54						
25	Inspección del maíz	-	1,82						
26	Transporte a peladora de granos de maíz	2,28	0,25						
27	Colocar en peladora de granos de maíz	-	1,26						
28	Pelar el maíz	-	12,14						
29	Inspección del maíz	-	0,13						
30	Transporte de maíz a tamizador	6,54	0,24						
31	Acomodar en tamizador	-	1,60						
32	Secar el maíz pelado	-	90,00						
33	Inspección del maíz pelado	-	2,37						
34	Transporte de maíz pelado a moladora industrial	11,91	0,53						
35	Disponer en moladora industrial	-	1,85						
36	Colocar el recipiente de harina	-	0,20						
37	Moler el maíz pelado	-	1,49						
38	Recepcionar harina de maíz	-	0,61						
39	Transporte de harina a batidora industrial	1,66	0,10						
40	Abastecer batidora industrial	-	0,87						

Figura 40. Diagrama de Análisis de Proceso 2: Preparación de harina de maíz aplicando la redistribución de planta

Fuente: Elaboración Propia



C) Diagrama de Análisis de Proceso 3: Preparación del tamal aplicando la redistribución de planta

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESO									
ELABORADO POR:				PABLO GABRIEL DÁVALOS ARREGUI BRUNO DEL ALAMO LOPEZ					
PROCESO:			RESUMEN						
PREPARACIÓN DEL TAMAL			ACTIVIDAD	CONTEO	DIST(m)	TIEMPO(min)			
MÉTODO			OPERACIÓN	13	-	393,92			
APLICANDO LA REDISTRIBUCIÓN			TRANSPORTE	10	498,21	12,88			
LUGAR:			INSPECCIÓN	3	-	8,55			
EMPRESA DE TAMALES DOÑA ROSA			ALMACÉN	2	-	14,86			
			DEMORA	0	-	-			
Nº	DESCRIPCIÓN	DIST (m)	TIEMPO (min)	○	➔	□	▽	⊂	OBSERVACIONES
1	Transporte de carro transportador a puerta de ingreso	4,69	0,20		●				
2	Recepción de materia prima	-	2,57	●					
3	Inspección de materia prima	-	6,47			●			
4	Transporte a estante de madera	3,8	0,19		●				
5	Almacenar insumos y complementos	-	1,53				●		
6	Transporte de operario a estante de madera	3,26	0,11		●				
7	Seleccionar insumos		0,24	●					
8	Transporte de insumos a batidora industrial	3,26	0,11		●				
9	Añadir insumos	-	1,41	●					
10	Batir la masa	-	35,07	●					
11	Inspección de masa	-	0,51			●			
12	Transporte de operario a estante de madera	3,26	0,11		●				
13	Seleccionar complementos	-	1,65	●					
14	Transporte de complementos a olla industrial	3,31	0,14		●				
15	Cocinar complementos	-	10,19	●					
16	Transporte de complementos a mesa industrial	4,38	0,17		●				
17	Porcionar la masa en la panca	-	41,82	●					
18	Transporte de tamal a mesa industrial	413,6	8,67		●				
19	Añadir complementos a los tamales	-	14,23	●					
20	Envolver los tamales	-	22,92	●					
21	Apilar los tamales en la canastilla	-	9,11	●					
22	Transporte de tamales a cocina industrial	29,45	1,31		●				Recorrido repetitivo
23	Colocar tamales en olla industrial	-	14,71	●					
24	Cocinar los tamales	-	120,00	●					
25	Inspección de tamales	-	1,57			●			
26	Enfriar los tamales	-	120,00	●					
27	Transporte de tamales a congeladora industrial	29,2	1,88		●				Recorrido repetitivo
28	Almacenar los tamales	-	13,33				●		

Figura 41. Diagrama de Actividades de Proceso 2: Preparación del tamal aplicando la redistribución de planta

Fuente: Elaboración Propia



### **5.5. Diagrama de Operaciones de Proceso aplicando la redistribución de planta**

Al realizar el Diagrama de Operaciones de Proceso de la planta en el área de producción para un lote de 440 tamales antes de aplicar la redistribución de planta, se determinó que se realizan 51 actividades, subdivididas en 44 de operación y 7 de inspección.

El tiempo total en la actividad de operación es de 792,13 minutos y el tiempo total en la actividad de inspección es de 14,29 minutos. Se realizó la medición del tiempo requerido mediante el estudio de tiempos utilizando la técnica del cronometraje de vuelta a cero.

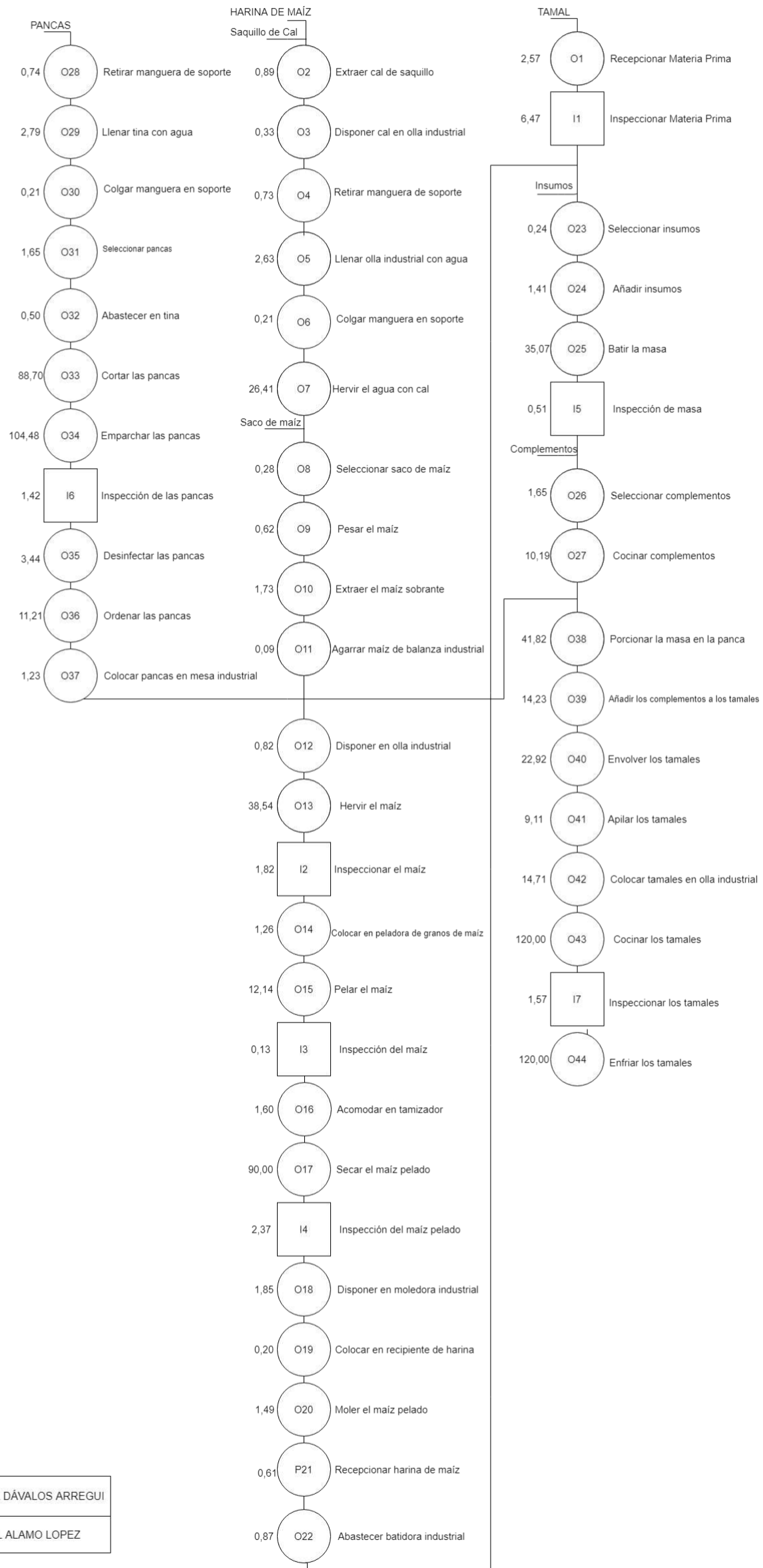
Los datos obtenidos son necesarios para tener el conocimiento del tiempo total requerido para la elaboración de un lote de 440 tamales e identificar las actividades operación e inspección.





a) Diagrama de Operaciones de Proceso: Elaboración de un lote de 440 tamales aplicando la redistribución de planta

DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESO  
ELABORACIÓN DE UN LOTE DE 440 TAMALES APLICANDO LA REDISTRIBUCIÓN DE PLANTA



RESÚMEN		
Evento	Número	Tiempo
Operación	44	792,13 min
Inspección	7	14,29 min

ELABORADO POR:	PABLO GABRIEL DÁVALOS ARREGUI
	BRUNO DEL ALAMO LOPEZ

Figura 42. Diagrama de Operaciones de Proceso aplicando la redistribución de planta

Fuente: Elaboración Propia



### **5.6.Descripción del plano aplicando la redistribución de planta**

Dado que en el plano se observaba que las secciones se encontraban distribuidas sin tomar en cuenta el óptimo flujo óptimo del proceso, se tenían máquinas y equipos que no eran usados y que ocupaban espacios innecesarios.

Del mismo modo, había máquinas y equipos que no estaban próximas a las actividades que las preceden o siguen del proceso, es por ello que se para reducir estas distancias, con la redistribución de planta, analizando el plano, se cambiaron de posición algunas máquinas como la balanza industrial, las congeladoras industriales y el tamizador; se trasladaron la peladora de granos industrial y el carro transportador, y se almacenó la cocina industrial 2, y una congeladora industrial que no era usada. También se adicionaron 2 equipos: una manguera y una canastilla que servirán para acortar el tiempo y el transporte necesario para realizar algunas actividades. Todo esto para poder tener un mejor flujo del proceso de producción, disminuyendo así recorridos y tiempos largos e innecesarios para poder realizar algunas actividades. (VER ANEXO G)

### **5.7.Diagrama de Recorrido aplicando la redistribución de planta**

En el diagrama de recorrido se mostraba claramente algunas actividades que requerían traslados prolongados, repetitivos, incoherencias en el flujo del proceso tanto del realizado por los trabajadores como de los materiales y la propia maquinaria o equipo.

Para poder contrastar con la situación previa, se realizaron 4 diagramas de recorrido, uno que muestra el proceso productivo de un lote de 440 tamales y otros 3 diagramas de los distintos subprocesos, como son:

- Diagrama de recorrido para el acondicionamiento de Pancas aplicando la redistribución de planta.
- Diagrama de recorrido para la preparación de Harina de Maíz aplicando la redistribución de planta.
- Diagrama de recorrido para la elaboración del Tamal aplicando la redistribución de planta.

Se evidencia una mejor circulación en los distintos diagramas, acortándose drásticamente la distancia recorrida en los transportes y el tiempo empleado en las mismas. Asimismo, se incrementó la productividad de los operarios y del proceso productivo en general.

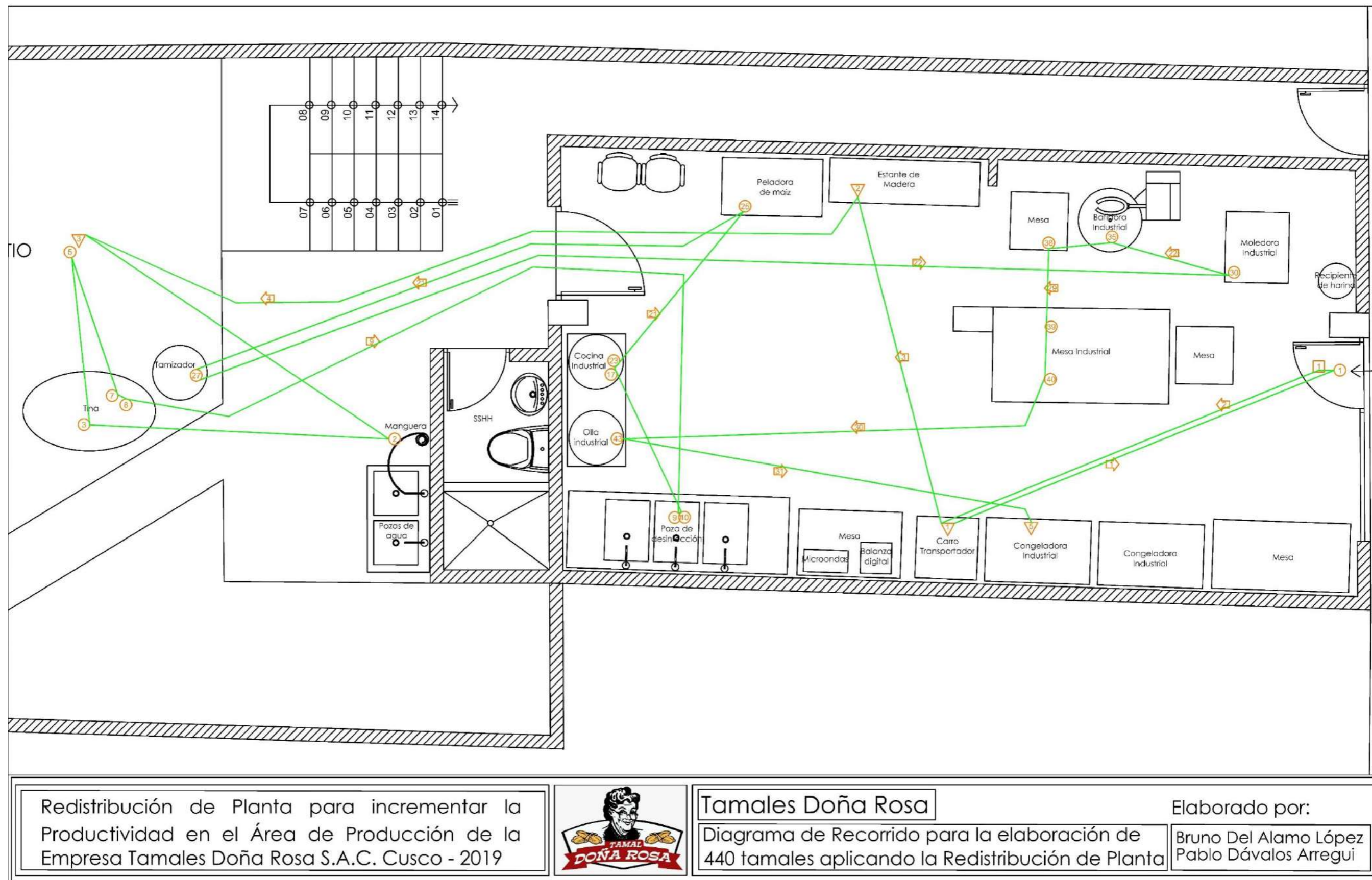


Figura 43. Diagrama de Recorrido para la elaboración de 440 tamales aplicando la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia

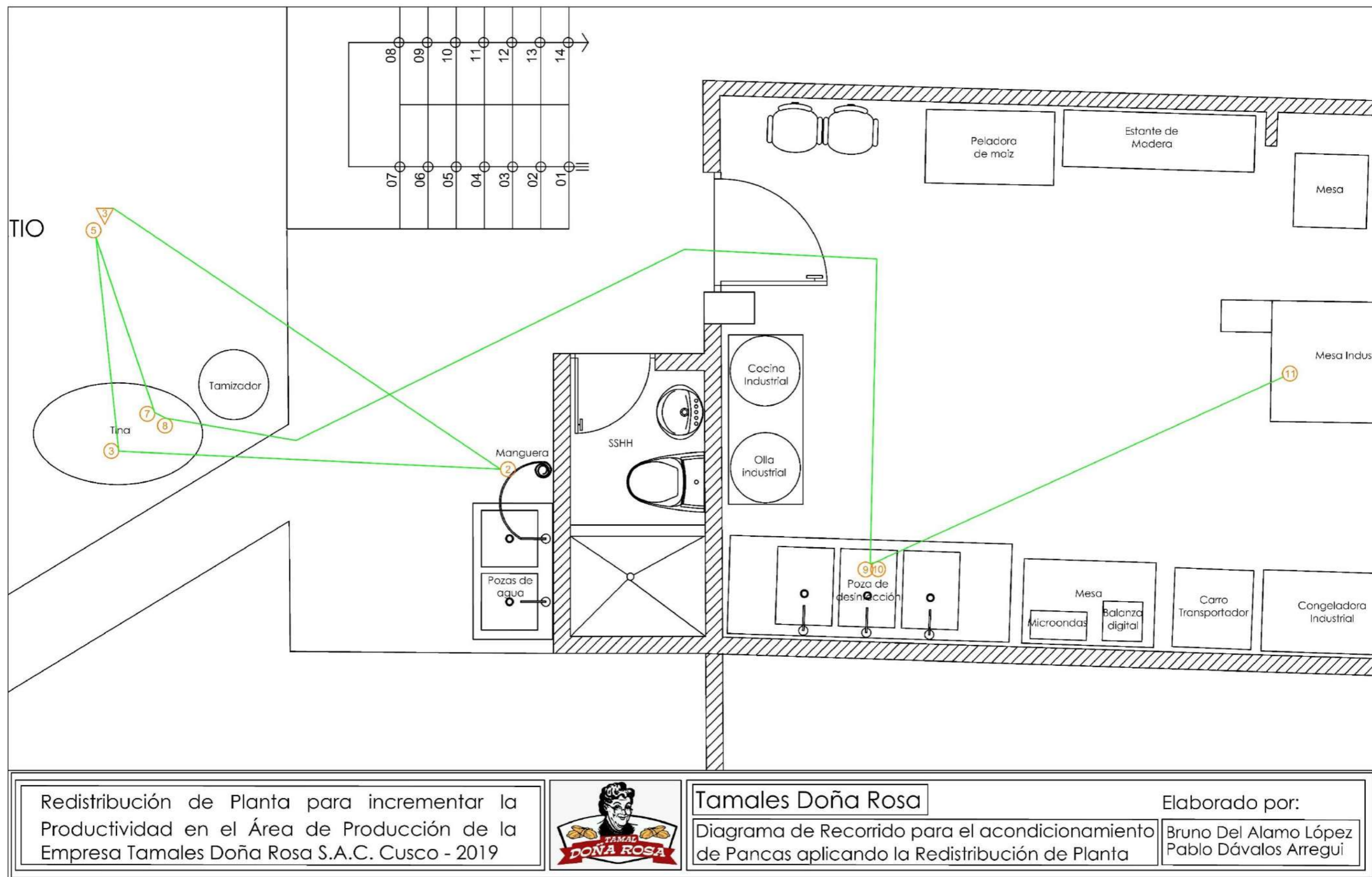


Figura 44. Diagrama de Recorrido para el acondicionamiento de Pancas aplicando la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia

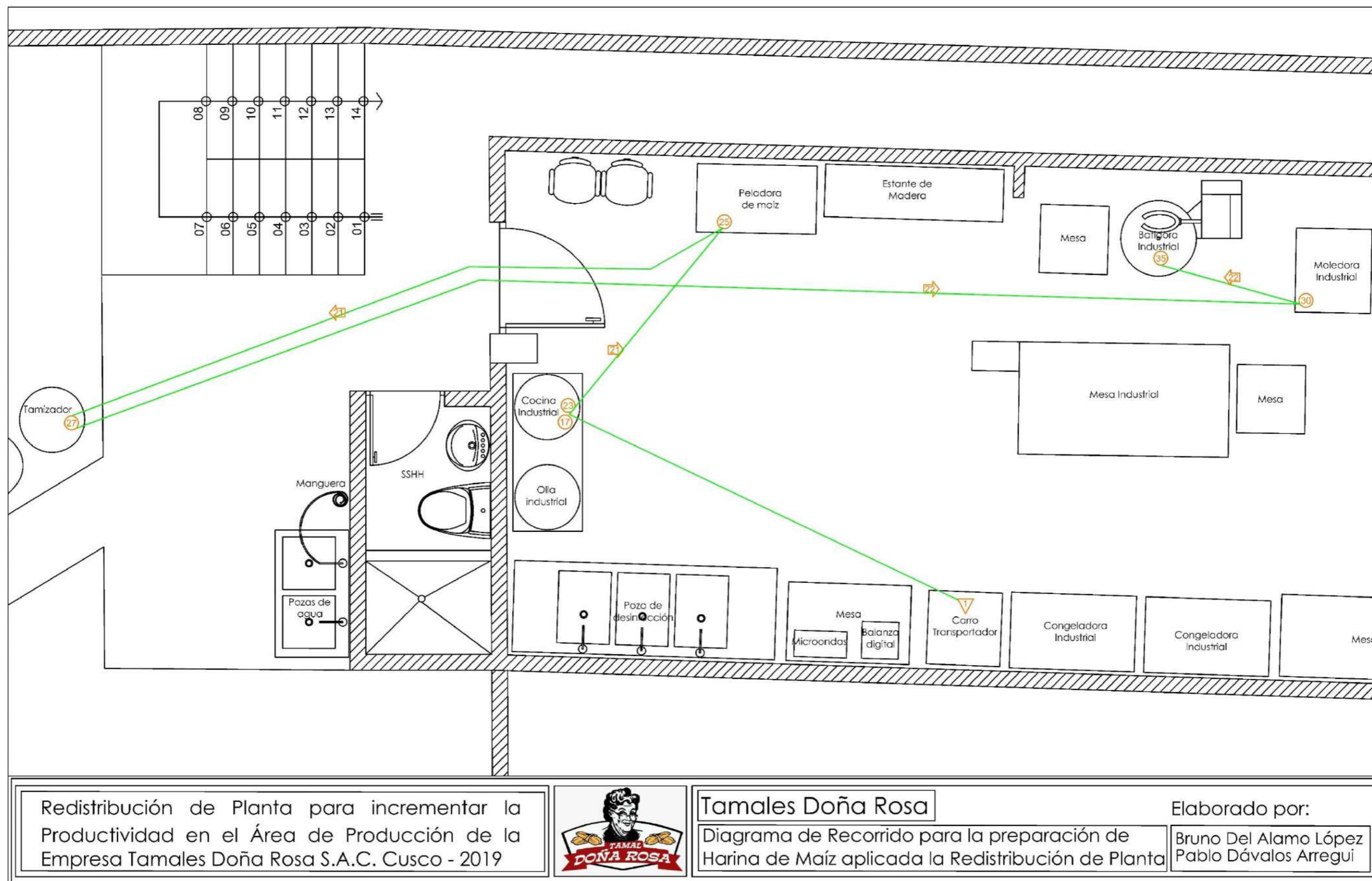
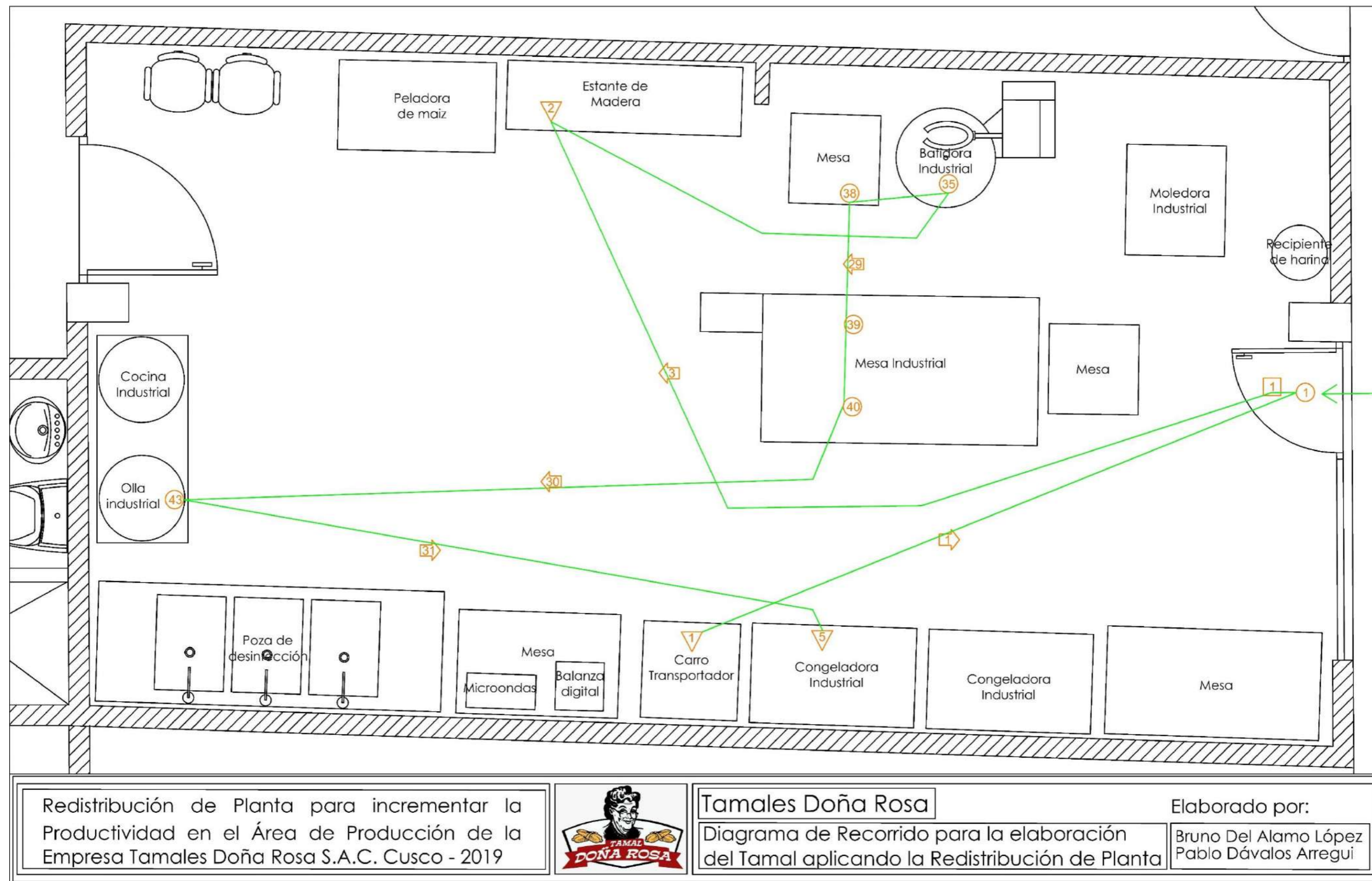


Figura 45. Diagrama de Recorrido para la preparación de Harina de Maíz aplicando la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia



Redistribución de Planta para incrementar la Productividad en el Área de Producción de la Empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco - 2019



Tamales Doña Rosa

Diagrama de Recorrido para la elaboración del Tamal aplicando la Redistribución de Planta

Elaborado por:

Bruno Del Alamo López  
Pablo Dávalos Arregui

Figura 46. Diagrama de Recorrido para la elaboración del Tamal aplicando la Redistribución de Planta

Fuente: Elaboración Propia



## CAPITULO VI.

### RESULTADOS

#### 6.1.Resultados respecto al objetivo general

El objetivo general que se planteó fue redistribuir la planta para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa de Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco 2019.

A continuación, se muestra el cálculo de la productividad con respecto al tiempo de la situación antes de aplicar la redistribución y se comparó con la productividad aplicando a la redistribución de planta en cada uno de los 3 procesos.

##### A) Proceso 1: Acondicionamiento de pancas.

- **Productividad antes de aplicar la redistribución de planta:**

$$P = \frac{480min * 1 \frac{lote}{8h}}{221.37min} = 2.168 \frac{lote}{8h}$$

**Donde:**

**480min:** Minutos en una jornada de trabajo

**1lote/8h:** Cantidad de lotes producidos en 221,37min cada 8horas

**221.37 min:** Tiempo total requerido para el acondicionamiento de pancas antes de la redistribución de planta

- **Productividad aplicando la redistribución de planta:**

$$P = \frac{480 \text{ min} * 1 \frac{lote}{8h}}{219.29min} = 2.188 \frac{lote}{8h}$$

**Donde:**

**480min:** Minutos en una jornada de trabajo

**1lote/8h:** Cantidad de lotes producidos en 219.29 min cada 8horas

**219.29 min:** Tiempo total requerido para el acondicionamiento de pancas aplicando de la redistribución de planta



- **Calculando incremento de productividad**

$$\Delta Productividad = 2,188 \frac{lote}{8h} - 2,168 \frac{lote}{8h}$$

$$\Delta Productividad = 0,020 \frac{lote}{8h}$$

$$\Delta Productividad = \frac{2,188 - 2,168}{2,168} * 100\%$$

$$\Delta Productividad = 0,922\%$$

## B) Proceso 2: Preparación de harina de maíz.

- **Productividad antes de aplicar la redistribución de planta:**

$$P = \frac{480min * 1 \frac{lote}{8h}}{200.39min} = 2.395 \frac{lote}{8h}$$

**Donde:**

**480min:** Minutos en una jornada de trabajo

**1lote/8h:** Cantidad de lotes producidos en 200,39 cada 8 horas

**200.39 min:** Tiempo total requerido para la preparación de harina de maíz antes de la redistribución de planta

- **Productividad aplicando la redistribución de planta:**

$$P = \frac{480min * 1 \frac{lote}{8h}}{192.08min} = 2.499 \frac{lote}{8h}$$

**Donde:**

**480min:** Minutos en una jornada de trabajo

**1lote/8h:** Cantidad de lotes producidos en 192.08 min cada 8 horas

**192.08 min:** Tiempo total requerido para la preparación de harina de maíz aplicando de la redistribución de planta





- **Calculando incremento de productividad**

$$\Delta Productividad = 2.499 \frac{lote}{8h} - 2.395 \frac{lote}{8h}$$

$$\Delta Productividad = 0.104 \frac{lote}{8h}$$

$$\Delta Productividad = \frac{2.499 - 2.395}{2.395} * 100\%$$

$$\Delta Productividad = 4.342\%$$

### C) Proceso 3: Elaboración del tamal.

- **Productividad antes de aplicar la redistribución de planta:**

$$P = \frac{480min * 1 \frac{lote}{8h}}{446.32min} = 1.075 \frac{lote}{8h}$$

**Donde:**

**480min:** Minutos en una jornada de trabajo

**1lote/8h:** Cantidad de lotes producidos en 446.32 minutos cada 8 horas

**446.32 min:** Tiempo total requerido para la elaboración del tamal antes de la redistribución de planta

- **Productividad aplicando la redistribución de planta:**

$$P = \frac{480min * 1 \frac{lote}{8h}}{430.20min} = 1.116 \frac{lote}{8h}$$

**Donde:**

**480min:** Minutos en una jornada de trabajo

**1lote/8h:** Cantidad de lotes producidos en 430.20 min cada 8 horas

**430.20 min:** Tiempo total requerido para la elaboración del tamal aplicando la redistribución de planta.



- **Calculando incremento de productividad**

$$\Delta Productividad = 1.116 \frac{\text{lote}}{8h} - 1.075 \frac{\text{lote}}{8h}$$

$$\Delta Productividad = 0.041 \frac{\text{lote}}{8h}$$

$$\Delta Productividad = \frac{1.116 - 1.075}{1.075} * 100\%$$

$$\Delta Productividad = 3.814\%$$

- **Calculando el incremento de la productividad total por jornada de trabajo**

$$\Delta Productividad = 0.922 + 4.344\% + 3.814\%$$

$$\Delta Productividad = 9.08\%$$

- **Calculando el incremento de la productividad mensual**

$$\Delta Productividad \text{ mensual} = 9.08\% * 26$$

$$\Delta Productividad \text{ mensual} = 243.256\%$$

**Donde:**

**9.08%:** Incremento de la productividad total

**26 días:** Días del mes laborados

- **Calculando el incremento de la productividad anual**

$$\Delta Productividad \text{ anual} = 243,256\% * 12$$

$$\Delta Productividad \text{ anual} = 2919.072\%$$

## **Análisis**

- **Proceso 1: Acondicionamiento de pancas**

Se calculó la productividad respecto al tiempo empleado para el acondicionamiento de pancas cada 8h, por lo que se determinó que la productividad antes de aplicar la redistribución de planta, fue de **2.168 lote/8h**. La productividad aplicando la redistribución de planta es **2.188 lote/8h**.

Concluyendo con un incremento en **0.020 lote/8h**, se muestra un incremento de productividad de **0.922%**



- **Proceso 2: Preparación de lote harina de maíz**

Se calculó la productividad respecto al tiempo empleado para la preparación de harina de maíz cada 8h, por lo que se determinó que la productividad antes de aplicar la redistribución de planta, fue de **2.395 lote/8h**. La productividad aplicando la redistribución de planta es **2.499 lote/8h**.

Concluyendo con un incremento en **0.104 lote/8h**, se muestra un incremento de productividad de **4.344%**

- **Proceso 3: Elaboración del tamal**

Se calculó la productividad respecto al tiempo empleado para la elaboración del tamal cada 8h, por lo que se determinó que la productividad antes de aplicar la redistribución de planta, fue de **1.075 lote/8h**. La productividad aplicando la redistribución de planta es **1.116 lote/8h**.

Concluyendo con un incremento en **0.041 lote/8h**, se muestra un incremento de productividad de **3.813%**

Finalmente se tiene un incremento de la productividad por jornada de trabajo del **9.08%**, un incremento de la productividad mensual del **236.028%** y un incremento de la productividad anual del **2832.336%**.

## **6.2.Resultados respecto a los objetivos específicos**

### **6.2.1. Resultados respecto al primer objetivo específico**

El primer objetivo específico planteado es incrementar la producción mediante una redistribución de planta en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. Cusco – 2019. Se realizó el cálculo de producción diaria con respecto al tiempo y se comparó la situación antes de la redistribución de planta y la situación aplicando la redistribución de planta, como se muestra a continuación:

#### **A) Proceso 1: Acondicionamiento de pancas.**

- **Calculando la producción del acondicionamiento de pancas por jornada antes de la redistribución de planta**

$$P = 2.168 \frac{\text{lote}}{8h} * 440 \text{ pancas}$$

$$P = 953 \frac{\text{pancas}}{8h}$$



**Donde:**

**440 pancas:** Producción en una jornada de trabajo

**2.168 lote/8h:** Productividad para el acondicionamiento de un lote de 440 pancas antes de la redistribución de planta

- **Calculando la producción del acondicionamiento de pancas por jornada aplicando la redistribución de planta**

$$P = 2.188 \frac{\text{lote}}{8h} * 440 \text{ pancas}$$

$$P = 962 \frac{\text{pancas}}{8h}$$

**Donde:**

**440 pancas:** Producción en una jornada de trabajo

**2.188 lote/8h:** Productividad para el acondicionamiento de un lote de 440 pancas aplicando la redistribución de planta

- **Calculando el incremento de producción**

$$\Delta \text{Producción} = 962 \frac{\text{pancas}}{8h} - 953 \frac{\text{pancas}}{8h}$$

$$\Delta \text{Producción} = 9 \frac{\text{pancas}}{8h}$$

**B) Proceso 2: Preparación de harina de maíz.**

- **Calculando la producción de preparación de harina de maíz antes de la redistribución de planta**

$$P = 2.395 \frac{\text{lote}}{8h} * 15 \text{ kg}$$

$$P = 35.925 \frac{\text{kg}}{8h}$$

**Donde:**

**15kg:** Producción en una jornada de trabajo.



**2.395 lote/8h:** Productividad para la preparación de un lote de harina de maíz antes de la redistribución de planta

- **Calculando la preparación de un lote de harina de maíz por jornada antes de la redistribución de planta**

$$P = 2.499 \frac{\text{lote}}{8h} * 15 \text{ kg}$$

$$P = 37.485 \frac{\text{kg}}{8h}$$

**Donde:**

**15kg:** Producción en una jornada de trabajo

**2,499 lote/8h:** Productividad para la preparación de un lote de harina de maíz antes de la redistribución de planta

- **Calculando incremento de producción**

$$\Delta\text{Producción} = 35,925 \frac{\text{kg}}{8h} - 37,485 \frac{\text{kg}}{8h}$$

$$\Delta\text{Producción} = 1,56 \frac{\text{kg}}{8h}$$

**C) Proceso 3: Elaboración del tamal.**

- **Calculando la elaboración del tamal por jornada antes de la redistribución de planta**

$$P = 1,075 \frac{\text{lote}}{8h} * 440 \text{ tamales}$$

$$P = 473 \frac{\text{tamales}}{8h}$$

**Donde:**

**440 tamales:** Producción en una jornada de trabajo

**1,075 lote/8h:** Productividad para un lote de 440 tamales antes de la redistribución de planta



- **Calculando la elaboración del tamal por jornada aplicando la redistribución de planta**

$$P = 1,116 \frac{\text{lote}}{8h} * 440 \text{ tamales}$$

$$P = 491 \frac{\text{tamales}}{8h}$$

**Donde:**

**480min:** Producción en una jornada de trabajo

**1,116 lote/8h:** Productividad para un lote de 440 tamales al aplicar la redistribución de planta.

- **Calculando incremento de producción**

$$\Delta \text{Producción} = 491 \frac{\text{tamales}}{8h} - 473 \frac{\text{tamales}}{8h}$$

$$\Delta \text{Producción} = 18 \frac{\text{tamales}}{8h}$$

Por fines de estudio se consideró una producción de 473 tamales por jornada de trabajo, pero la empresa tenía un estándar establecido de producción de 440 tamales por jornada de trabajo.

### **Análisis**

- **Proceso 1: Acondicionamiento de pancas**

Se calculó la producción diaria respecto al tiempo empleado para el acondicionamiento de pancas cada 8h, por lo que se determinó que la producción diaria antes de aplicar la redistribución de planta, fue de **2,168 lote/8h** lo cual equivale a **953 pancas/8h**. La producción diaria aplicando la redistribución de planta es **2,188 lote/8h** lo cual equivale a **962 pancas/8h**.

Concluyendo con un incremento en **0,020 lote/8h** lo cual equivale a **9 pancas/8h**, se muestra un incremento de producción diaria de **0,922%**.

- **Proceso 2: Preparación de harina de maíz**

Se calculó la producción diaria respecto al tiempo empleado a la preparación de harina de maíz cada 8h, por lo que se determinó que la producción diaria antes de aplicar la redistribución



de planta, fue de **2,395 lote/8h** lo cual equivale a **35,925 kg/h**. La producción diaria aplicando la redistribución de planta es **2,499 lote/8h** lo cual equivale a **37,485 kg/8h**.

Concluyendo con un incremento en **0,104 lote/8h** lo cual equivale a **1,56 kg/8h**, se muestra un incremento de producción diaria de **4,344%**.

- **Proceso 3: Preparación de tamales**

Se calculó la producción diaria respecto al tiempo empleado para la elaboración del tamal cada 8h, por lo que se determinó que la producción diaria antes de aplicar la redistribución de planta, fue de **1,075 lote/8h** lo cual equivale a **473 tamales/h**. La producción diaria aplicando la redistribución de planta es **1,116 lote/8h** lo cual equivale a **491 tamales/8h**.

Concluyendo con un incremento en **0,04 lote/8h** lo cual equivale a **18 tamales/8h**, se muestra un incremento de producción diaria de **3,813%**.

### **6.2.2. Resultados respecto al segundo objetivo específico**

El segundo objetivo específico planteado fue de optimizar el uso de los recursos del proceso productivo mediante una redistribución de planta en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa. Cusco – 2019

Se analizó mediante el Diagrama de Análisis de Proceso el tiempo requerido para la elaboración de un lote de 440 tamales y se comparó la situación antes de la redistribución de planta vs la situación aplicando la redistribución de planta detallado en la **figura 30, figura 31 y figura 32**, las actividades de operación, transporte y almacén que se modificaron para reducir las distancias y tiempos son las siguientes:

#### **Proceso 1: Acondicionamiento de pancas: 3,4,5,6**

Se modificaron actividades de operación y transporte para disminuir las distancias y el tiempo con la compra de una manguera, las actividades que se modificaron fueron las 4,5,6 y se agregó la actividad de operación 7.

#### **Proceso 2: Preparación de Harina de maíz: 1,2,8,9,10,12,14,17,19,21,25,29,33**

Se modificaron actividades de operación, transporte y almacén para disminuir las distancias y el tiempo con la adquisición de una manguera y una canastilla, las actividades que se modificaron fueron las 8,9,10 y se agregó la actividad de operación 11.

#### **Proceso 3: Elaboración del tamal: 1,4,6,22,23,24**



Se eliminó la actividad de transporte 6 para disminuir la distancia recorrida con el carro transportador.

- 1. Para la actividad de operación y almacén:** Se mencionan los tiempos de las operaciones de proceso de la elaboración de un lote de 440 tamales. La variación del tiempo es de 11,01 minutos
- 2. Para la actividad de transporte:** Se mencionan los recorridos de las operaciones de proceso de la elaboración de un lote de 440 tamales. La diferencia de distancia total de recorrido es de 273.8 metros y la variación del tiempo es de 12.91 minutos.

A continuación, se muestra una comparación de las actividades de operación, almacén y transporte que fueron modificadas aplicando la redistribución de planta.





**Comparación de actividades de operaciones y almacén antes de la redistribución de planta vs aplicando la redistribución de planta**

**Tabla 17. Comparación de actividades de operaciones y almacén antes de la redistribución de planta vs aplicando la redistribución de planta**

PROCESO	N°	DESCRIPCIÓN	TIEMPO		N°	DESCRIPCIÓN
			ANTES	APLICANDO		
<b>ACONDICIONAMIENTO DE PANCAS</b>	4	Llenar baldes con agua	1,64	0,74	4	Retirar manguera de soporte
	6	Llenar tina con agua	2,84	2,79	6	Llenar tina con agua
	Se agregó operación			0,21	7	Colgar manguera en soporte
<b>PREPARACIÓN DE HARINA DE MAÍZ</b>	2	Almacenar maíz	5,09	0,63	2	Almacenar maíz
	8	Llenar baldes con agua	1,59	0,73	8	Retirar manguera de soporte
	10	Llenar olla industrial con agua	2,77	2,63	10	Llenar olla industrial con agua
	Se agregó operación			0,21	11	Colgar manguera en soporte
<b>PREPARACIÓN DE TAMAL</b>	22	Apilar los tamales	11,51	9,11	21	Apilar los tamales
	24	Colocar tamales en olla industrial	17,33	14,71	23	Colocar tamales en olla industrial
	28	Almacenar tamales	15,88	13,32	28	Almacenar tamales
			<b>58,65</b>	<b>45,08</b>		

Fuente: Elaboración Propia



Comparación de la actividad de transporte antes de la redistribución de planta vs aplicando la redistribución de planta

Tabla 18. Comparación de la actividad de transporte antes de la redistribución de planta vs aplicando la redistribución de planta

PROCESO	N°	DESCRIPCIÓN	DISTANCIA (m)		TIEMPO (min)	
			ANTES	APLICANDO	ANTES	APLICANDO
ACONDICIONAMIENTO DE PANCAS	3	Transporte de operario a pozas de agua	8.73	4,18	0.32	0.17
	5	Transporte de baldes a tina	10.24	2.90	1.33	0.15
PREPARACIÓN DE HARINA DE MAÍZ	1	Transporte a almacén de maíz	2.65	4.69	0.16	0.16
	9	Transporte de baldes a olla industrial	25.40	5.79	1.36	0.25
	12	Transporte de operario a almacén de maíz	8.72	4.04	0.29	0.15
	14	Transporte de saco de maíz a balanza digital	5.66	0.40	0.25	0.08
	17	Transporte de maíz a almacén de maíz	5.65	0.40	0.24	0.08
	19	Transporte de operario a balanza industrial	5.57	0.40	0.16	0.08
	21	Transporte de maíz a cocina industrial	4.35	3,20	0.26	0,15
	25	Transporte a peladora de granos de maíz	14.14	2.28	1.29	0.25
	29	Transporte de maíz a tamizador	5.32	6.54	0.38	0.24
	33	Transporte de maíz pelado a moledora industrial	13.96	11.91	0.64	0.53
ELABORACIÓN DE TAMAL	1	Transporte de carro transportador a puerta de ingreso	21.13	4.69	1.12	0.20
	4	Transporte a estante de madera	6.56	3.80	0.38	0.19
	6	Transporte de carro transportador a almacén	8.11	0.00	0.59	0.00
	23	Transporte de tamales a cocina industrial	129.58	29.45	4.63	1.31
	28	Transporte de tamales a congeladora industrial	175.56	29.20	5.40	1.88
			<b>451.33</b>	<b>113.87</b>	<b>18.8</b>	<b>5.87</b>

Fuente: Elaboración Propia



### 6.3. Análisis de Costo – Beneficio

Se calculó el costo de horas-hombre (mensual y anual) para poder contrastar el análisis de beneficio – costo.

**Tabla 19. Costos de Horas-Hombre**

CARGO	CANTIDAD	SALARIO MENSUAL (/S.)	SALARIO MENSUAL TOTAL (/S.)
<b>Área de ventas</b>			
Encargado de ventas	1	1200	1200
<b>Área de Producción</b>			
Supervisor de producción	1	1400	1400
Operarios	3	925	2775
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>3525</b>	<b>5375</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

La investigación realizada presenta una inversión a tomar en cuenta al momento de la aplicación de la redistribución de planta, que se detalla a continuación:

#### 6.3.1. Análisis de Costos

Para analizar los costos se tomó en cuenta dos aspectos principales: Costos de mano de obra, costos de materiales generados antes, durante y después de la redistribución.

La suma algebraica de estos aspectos da el resultado final de los costos.

- **Costos de mano de obra**

**Tabla 20. Costos de mano de obra**

ITEM	PERSONAL	PAGO DIARIO (S/.)	CANTIDAD	PRECIO (S/.)
1	Electricista	50	1	50
2	Pintor	50	2	100
<b>TOTAL</b>				<b>150</b>

**Fuente: Elaboración Propia**



- Costos de materiales y equipos

**Tabla 20. Costos de materiales y equipos**

ITEM	MATERIAL	PRECIO UNITARIO (S/.)	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO (S/.)
1	Cable INDECO THW-90	0,5	10	metros	5
2	Canaleta sin adhesivo	5,9	2	metros	11,8
3	Interruptor termomagnético	25	1	unidades	25
4	Manguera	1,8	15	metros	27
5	Abrazadera	1,5	4	unidades	6
6	Canastilla	12	1	unidades	12
7	Balde de pintura	21	2	unidades	42
<b>TOTAL</b>					<b>128,80</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

- Calculando la suma algebraica para conocer el costo total para la redistribución

**Tabla 21. Costo total de la redistribución**

CONCEPTO	COSTO TOTAL
Mano de Obra	150
Materiales y equipos	128,8
<b>TOTAL</b>	<b>278,80</b>

**Fuente: Elaboración Propia**

### 6.3.2. Análisis de Beneficio

Con los resultados obtenidos de la comparación de tiempos de producción de un lote de 440 tamales tenemos los siguientes datos:

#### A) Proceso 1: Acondicionamiento de pancas

- Tiempo requerido para la producción de un lote de 440 pancas antes de aplicar la redistribución de planta: **221.37 min**
- Tiempo requerido para la producción de un lote de 440 pancas aplicando la redistribución de planta: **219.29 min**

$$\text{Tiempo ahorrado por ciclo} = 221.37 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}} - 219.29 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$



$$\text{Tiempo ahorrado por ciclo} = 2.08 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

- **Calculando ciclos de producción mensual**

$$\text{Ciclos de producción mensual} = \frac{12480 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{221.37 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 56.37 \frac{\text{ciclo}}{\text{mes}}$$

**Donde:**

**12480  $\frac{\text{min}}{\text{mes}}$ :** Cantidad de minutos que se labora al mes en 8 horas diarias (26 días).

**221.37  $\frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$ :** Tiempo requerido para el acondicionamiento de pancas antes de aplicar la redistribución de planta.

- **Calculando el tiempo ahorrado mensualmente**

$$\text{Tiempo ahorrado mensua} = 56.37 \frac{\text{ciclo}}{\text{mes}} * 2.08 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado mensual} = 117.26 \frac{\text{min}}{\text{mes}}$$

**Donde:**

**56.37  $\frac{\text{ciclo}}{\text{mes}}$ :** Cantidad ciclos de producción mensual.

**2.08  $\frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$ :** Tiempo ahorrado por ciclo de producción.

- **Calculando el tiempo ahorrado anualmente**

$$\text{Tiempo ahorrado anual} = 117.26 \frac{\text{min}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado anual} = 23.45 \frac{\text{hr}}{\text{año}}$$

## **B) Proceso 2: Preparación de harina de maíz**

- Tiempo requerido para la producción de un lote de 440 tamales antes de aplicar la redistribución de planta: **200.39 min**
- Tiempo requerido para la producción de un lote de 440 tamales aplicando la redistribución de planta: **192.08 min**



$$\text{Tiempo ahorrado por ciclo} = 200.39 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}} - 192.08 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado por lote} = 8.31 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

- **Calculando ciclos de producción mensual**

$$\text{Ciclos de producción mensual} = \frac{12480 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{200.39 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 62.28 \frac{\text{ciclo}}{\text{mes}}$$

**Donde:**

**12480  $\frac{\text{min}}{\text{mes}}$** : Cantidad de minutos que se labora al mes en 8 horas diarias (26 días).

**200.39  $\frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$** : Tiempo requerido para la preparación de harina de maíz antes de aplicar la redistribución de planta.

- **Calculando el tiempo ahorrado mensualmente**

$$\text{Tiempo ahorrado mensual} = 62.28 \frac{\text{ciclo}}{\text{mes}} * 8.31 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado mensual} = 517.53 \frac{\text{min}}{\text{mes}}$$

**Donde:**

**62.28  $\frac{\text{ciclo}}{\text{mes}}$** : Cantidad de ciclos de producción mensual.

**8.31  $\frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$** : Tiempo ahorrado por ciclo de producción.

- **Calculando el tiempo ahorrado anualmente**

$$\text{Tiempo ahorrado anual} = 517.53 \frac{\text{min}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado anual} = 103.51 \frac{\text{hr}}{\text{año}}$$

### C) Proceso 3: Preparación de tamales



- Tiempo requerido para la producción de un lote de 440 tamales antes de aplicar la redistribución de planta: **446.32 min**
- Tiempo requerido para la producción de un lote de 440 tamales aplicando la redistribución de planta: **430.20 min**

$$\text{Tiempo ahorrado por ciclo} = 446.32 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}} - 430.20 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado por ciclo} = 16.12 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

- **Calculando ciclos de producción mensual**

$$\text{Ciclos de producción mensual} = \frac{12480 \frac{\text{min}}{\text{mes}}}{446.32 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}} = 27.96 \frac{\text{ciclo}}{\text{mes}}$$

**Donde:**

**12480  $\frac{\text{min}}{\text{mes}}$** : Cantidad de minutos que se labora al mes en 8 horas diarias (26 días).

**446.32  $\frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$** : Tiempo requerido para la elaboración del tamal antes de aplicar la redistribución de planta.

- **Calculando el tiempo ahorrado mensualmente**

$$\text{Tiempo ahorrado mensual} = 27.96 \frac{\text{ciclo}}{\text{mes}} * 16.12 \frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado mensual} = 450.71 \frac{\text{min}}{\text{mes}}$$

**Donde:**

**27.96  $\frac{\text{ciclo}}{\text{mes}}$** : Cantidad de ciclos de producción mensual.

**16.12  $\frac{\text{min}}{\text{ciclo}}$** : Tiempo ahorrado por ciclo de producción.

- **Calculando el tiempo ahorrado anualmente**

$$\text{Tiempo ahorrado anual} = 450.71 \frac{\text{min}}{\text{mes}} * \frac{12 \text{ mes}}{1 \text{ año}} * \frac{1 \text{ hr}}{60 \text{ min}}$$

$$\text{Tiempo ahorrado anual} = 90.14 \frac{\text{hr}}{\text{año}}$$



- **Suma algebraica de los tiempos ahorrados anualmente**

$$\textit{Tiempo ahorrado anual} = 23.45 \frac{\textit{hr}}{\textit{año}} + 103.51 \frac{\textit{hr}}{\textit{año}} + 90.14 \frac{\textit{hr}}{\textit{año}}$$

$$\textit{Tiempo ahorrado anual} = 217.1 \frac{\textit{hr}}{\textit{año}}$$

- **Calculando el dinero ahorrado anualmente**

$$\textit{Dinero ahorrado al año} = 5375 \frac{\textit{soles}}{\textit{mes}} * \frac{1 \textit{ mes}}{26 \textit{ días}} * \frac{1 \textit{ día}}{8 \textit{hr}} * 217.1 \frac{\textit{hr}}{\textit{año}}$$

$$\textit{Dinero ahorrado al año} = 5610.15 \frac{\textit{soles}}{\textit{año}}$$

**Donde:**

$5375 \frac{\textit{soles}}{\textit{año}}$ : Salario mensual total de los trabajadores.

$217.1 \frac{\textit{hr}}{\textit{año}}$ : Tiempo ahorrado anual.





### 6.3.3. Análisis Beneficio – Costo

Se realizó el cálculo del beneficio – Costo, proyectando el ahorro anual, como se ve a continuación:

$$\frac{B}{C} = \frac{\Sigma \text{Beneficio}}{\Sigma \text{Costo de inversión}}$$

$$\frac{B}{C} = \frac{5610.15 \text{ soles}}{278,80 \text{ soles}}$$

$$\frac{B}{C} = 20.13$$

**12646.20 soles:** Dinero ahorrado anualmente

**278.80 soles:** Costo total para la redistribución de planta

**Análisis:**

$$\frac{B}{C} = \frac{\Sigma \text{Beneficio}}{\Sigma \text{Costo de inversión}} > 1$$

Entonces se afirma que la inversión es rentable

Al realizar el cálculo de la relación beneficio/costo, se obtuvo un resultado de 20.13, significa que está esperando S/20.13 en beneficios por cada S/1.00 en costos de inversión.

Al analizar el resultado beneficio-costo, podemos afirmar que la inversión es rentable por lo que es valor obtenido es mayor a uno.



## CAPITULO VII.

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 7.1. Contrastación de resultados con los referentes bibliográficos

Según García Criollo (2005) la productividad tiene como objetivo principal la fabricación de artículos a un menor costo, a través del empleo eficiente de los recursos primarios de la producción; materiales, hombres y máquinas.

Para incrementar los “Índices de Productividad” teóricamente existen tres formas:

- Incrementar el **producto** y mantener el mismo **insumo**
- Reducir el **insumo** y mantener el mismo **producto**
- Incrementar el **producto** y reducir el **insumo** simultánea y proporcionalmente.

La productividad es también definida como la relación entre producción-insumos y de igual forma la relación de resultados y tiempo utilizado dentro de un periodo para la producción de un artículo.

Se demuestra que se cumplió con los 4 principios básicos de la redistribución de planta como detalla a continuación:

- **Principio de la mínima distancia recorrida**, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer por el material entre operaciones sea la más corta. Obtuvimos una disminución del tiempo de recorrido del producto expresado en minutos, mediante la adquisición de dos equipos (canastilla y manguera) y agregando una operación.
- **Principio de la circulación o flujo de materiales**, es siempre mejor la distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso esté en el mismo orden o secuencia en que se transforman o montan los materiales, este principio no limita el movimiento a una sola dirección, este principio es el complemento del principio de mínima distancia de recorrido. Obtuvimos una disminución de la distancia de recorrido expresada en metros, mediante el ordenamiento físico de las máquinas y equipos en el área de producción.
- **Principio del espacio cubico**, la economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto vertical como horizontalmente. Obtuvimos un uso más efectivo del volumen de las maquinarias y equipos expresado en m<sup>3</sup>, mediante el



ordenamiento físico, colocando el equipo manguera encima de las pozas de agua y el ordenamiento de baldes.

- **Principio de la integración de conjunto**, la mejor distribución es la que integra a los hombres, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes. Obtuvimos un incremento de efectividad del ciclo expresado en tasa porcentual (%), mediante la redistribución de planta, se logró incrementar la productividad. (MUTHER, 1970)

Al calcular la productividad antes de realizar la redistribución de planta en cada uno de los tres procesos se obtuvo:

#### **A) Proceso 1: Acondicionamiento de Pancas:**

Se tenía una productividad antes de la redistribución de planta de **2.168 lote/8h** lo cual equivale a **953 pancas/8h**, comparando con la productividad aplicando la redistribución de planta es **2.188 lote/8h** lo cual equivale a **962 pancas/8h**, se obtuvo con un incremento en **0.020 lote/8h** lo cual equivale a un incremento en la producción de **9 pancas/8h**, entonces se muestra un incremento de productividad de **0.922%**.

#### **B) Proceso 2: Preparación de Harina de maíz**

Se tenía una productividad antes de la redistribución de planta de **2.395 lote/8h** lo cual equivale a **35.925 kg/8h**, comparando con la productividad aplicando la redistribución de planta es **2.499 lote/8h** lo cual equivale a **37.485 kg/8h**. se muestra un incremento en **0.104 lote/8h** lo cual equivale a un incremento en la producción de **1.56 kg/8h**, entonces se muestra un incremento de productividad de **4.344%**.

#### **C) Proceso 3: Elaboración de tamales**

Se tenía una productividad antes de la redistribución de planta de **1.075 lote/8h** lo cual equivale a **473 tamales/h**, comparando con la productividad aplicando la redistribución de planta es **1.116 lote/8h** lo cual equivale a **491 tamales/8h** se muestra un incremento en **0.041lote/8h** lo cual equivale a un incremento en la producción de **18 tamales/8h**, entonces se muestra un incremento de productividad de **3.813%**

Se muestra incremento en la productividad de **9.356%** en su totalidad



Los resultados se compararon con la tesis de Huñuruco Salas, Libsy Kely y Vargas Mérida, Jorge Mauricio denominada **“REDISTRIBUCION DE PLANTA EN EL AREA DE PRODUCCION PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA FABRICA DE TEJIDOS MARANGANI S.A. CUSCO – 2017”**

En esta tesis incrementaron la productividad, mediante un diagnóstico se determina la necesidad de las secciones de lavado, teñido, hilado, tejido y acabados se encuentren secuencialmente debido a la continuidad de las actividades de producción, la sección de teñidos se encontraba separada de la sección de lavados, con una redistribución de planta en disminuyen las distancias recorridas, al medir la productividad, calcularon que antes de aplicar la redistribución fue 0.3488 lotes/8 h, lo cual equivale a 209 mantas/8 h. Concluyendo con un aumento de productividad en 0.0454lotes/8h que vendría a ser 27 mantas/8h, lo cual equivale a un incremento de 14.96% permitiendo a la fábrica alcanzar el objetivo general planteado.

De igual forma se comparó con la tesis de Martínez Cervantes, Luis Ricardo denominada **“DISTRIBUCIÓN DE PLANTA PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA EMPRESA MULTISERVICIOS CALADRI S.A.C. LIMA, 2018.”**

En esta tesis incrementaron la productividad, mediante la aplicación de métodos para hallar la mejor distribución, la mínima distancia recorrida y la optimización del uso de áreas; para pasar a la implementación, se tuvo que planear la producción, la limpieza de las áreas, y posteriormente el movimiento y traslado de equipo. después de la mejora y se obtuvo como principal resultado que la productividad acrecentó en 29% de la productividad anterior (58 %) es decir un 17%, obteniendo así una productividad post test de 75%, y se determinó de acuerdo al análisis financiero que la implementación del proyecto es viable.

## **7.2. Aporte científico de la investigación**

No se realizó un aporte científico como tal, pero se corroboró que, al aplicar la teoría y las distintas metodologías para una redistribución de planta, se optimiza el proceso productivo, y puede aplicarse desde micro empresas, como en el caso de este estudio, hasta grandes empresas, teniendo un incremento en la productividad y optimizando los recursos.



## CONCLUSIONES

1. Se concluye que, en cuanto al primer objetivo general “Redistribuir la planta para incrementar la productividad en el área de producción”, en el primer subproceso denominado acondicionamiento de pancas incrementó su productividad en 0.020 lote/8h (0.922%), en el segundo subproceso preparación de harina de maíz incrementó su producción en 0.104 lote/8h (4.344%) y en el tercer subproceso elaboración del tamal incrementó su producción en 1.075 lote/8h (3.813%), teniendo un incremento total del 9.08% por jornada de trabajo realizando una redistribución de planta en el área de producción.
2. Se concluye que para el primer objetivo específico “Incrementar la producción mediante una redistribución de planta en el área de producción”, en el primer subproceso denominado acondicionamiento de pancas incrementó su producción en 9 pancas/8h (0.922%), en el segundo subproceso preparación de harina de maíz incrementó su producción en 1.56 kg/8h (4.344%) y en el tercer subproceso elaboración del tamal incrementó su producción en 18 tamales/8h (3.813%), teniendo un incremento total del 9.08% por jornada de trabajo realizando una redistribución de planta en el área de producción.
3. Se concluye que para el segundo objetivo específico “Optimizar el uso de los recursos del proceso productivo mediante una redistribución de planta en el área de producción”, se optimizó el recurso tiempo, siendo la suma total de los tres procesos 868.07 minutos y aplicando la redistribución 841.57 minutos, obtenido una disminución en 26.50 minutos, disminuyendo las distancias de recorrido de 925.08 m a 587.62 m, obteniendo una disminución en 273.8 metros.



## RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa, en función al crecimiento de ventas y a la disponibilidad de capital para reinvertir en la empresa, realizar un nuevo estudio en el futuro para otra redistribución de planta considerando la implementación de dos máquinas: Una faja transportadora y una porcionadora de masa automática o semi automática. Para así poder estandarizar y optimizar las actividades del proceso productivo que recaigan en dichas máquinas.

Se recomienda a la empresa, renovar las congeladoras industriales para disminuir el costo por consumo de energía eléctrica, ya que, los que se tienen actualmente en la empresa al ser un poco antiguos tienden a consumir mayor energía.

Se recomienda a la empresa seguir manteniendo el orden, limpieza y pulcritud con la que se estuvo trabajando desde que inició el estudio hasta la finalización de este.



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Bello Figueroa, K. K. (2019). *Propuesta De Redistribución De Planta Para Mejorar La Productividad De La Constructora Galilea Sac - Pimentel 2018*. Pimentel, Perú: Universidad Señor de Sipán.
- Benavides Callejas, B. R., & Quiroga Ariza, J. A. (2013). *Implementación de la distribución en planta en la manufacturera de artículos de seguridad KADIS E.U.* Bogotá, Colombia: Universidad Libre.
- Bernardino de Sahagún, F. (1793). *Historia General de las Cosas de La Nueva España*. México DF: Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Chaparro, C. (26 de 07 de 2008). *Irresistible tamal*. Obtenido de La República: <https://larepublica.pe/archivo/367323-irresistible-tamal/>
- Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M. (2014). *Disposición de planta*. Lima: Universidad de Lima.
- Forero, J. D., & Cardona, D. (2012). *Evaluación económica de proyectos de distribución de planta. Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial*. Cali, Colombia: Cali, Colombia: Universidad Icesi. Facultad de Ingeniería.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de Producción y Operaciones*. Mexico DF, Mexico: International Thomson Editores.
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del Trabajo, Ingeniería de Metodos y Medición del Trabajo*. Monterrey, Mexico: Mc Graw Hill.
- Garcia, M. (Julio de 2010). *Slideshare*. Obtenido de Distribución de Procesos: <https://es.slideshare.net/calidonauta/ap-tema-09-distribucion-de-procesos>
- Google. (4 de Septiembre de 2020). *Google.com*. Obtenido de Google.com: <https://goo.gl/maps/GTwSQrF9ZgkcBUXc7>
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México DF: Mc Graw Hill.
- Huñuruco Salas, L., & Vargas Mérida, J. (2018). *Redistribución de Planta en el Área de Producción para Incrementar la Productividad de la Fábrica de Tejidos Marangani S.A. Cusco - 2017*. Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco.



- Koontz, H., Weihrich , H., & Cannice , M. (2012). *Administracion Una Perspectiva Global y Empresarial*. México Df, México: Mc Graw Hill.
- Lawebdelingeniero. (13 de Agosto de 2016). *Lawebdelingeniero*. Obtenido de Valoración del ritmo de trabajo: [http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html#:~:text=Estudio%20de%20Tiempos%3A%20Valoraci%C3%B3n%20del%20Ritmo%20del%20Trabajo,-Art%C3%ADculo%20anterior%3A%20Determinaci%C3%B3n&text=El%20factor%20de%](http://lawebdelingenieroindustrial.blogspot.com/2016/08/estudio-de-tiempos-valoracion-del-ritmo.html#:~:text=Estudio%20de%20Tiempos%3A%20Valoraci%C3%B3n%20del%20Ritmo%20del%20Trabajo,-Art%C3%ADculo%20anterior%3A%20Determinaci%C3%B3n&text=El%20factor%20de%20)
- MUTHER, R. (1970). *Practical Plant Layout*. Nueva York: McGraw Hill Book Company.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial, Metodos, estándares y Diseños de Producción*. Mexico DF, Mexico: The McGraw Hill.
- Puma Guapisaca, G. R. (2011). *Propuesta de redistribución de la planta y mejoramiento de la producción para la empresa Prefabricados del austro*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca.
- Ramirez González, A. (2007). *Metodología de la investigación científica*. Bogota Colombia: Pontificia Universidad Javeriana.
- Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid, España.
- Rodriguez Pastor, H. (2007). *La vida en el entorno del tamal peruano*. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres.
- Tamayo, M. (1994). *El proceso de la investigación científica*. Mexico DF: Noruega Editores.
- Tapia Escalante, M. R., Arce Quispe, C. M., & Martinez Gonzalo, F. (2019). *Análisis y diseño de la distribución de planta para una empresa textil*. Lima. Perú: Universidad Antonio Ruiz de Montoya.
- The Coca Cola Company. (01 de 02 de 2019). *El tamal: ¡una historia sorprendente!* Obtenido de Coca Cola Mexico: <https://www.coca-colamexico.com.mx/historias/tamal-historia-sorprendente#>





## ANEXOS

### ANEXO A: MATRIZ DE CONSISTENCIA

<b>PROBLEMA GENERAL</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>VARIABLES</b>
¿En qué medida redistribuir la planta incrementará la productividad en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.?	Redistribuir la planta para incrementar la productividad en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.	<b><u>VARIABLES DE ESTUDIO</u></b> <b>Variable Dependiente</b> Productividad <b>Variable Independiente</b> Redistribución de Planta
<b>PROBLEMAS ESPECIFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b>	
1. ¿En qué medida redistribuir la planta incrementará la producción en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.? 2. ¿En qué medida redistribuir la planta optimizará los recursos del proceso productivo en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.?	1. Incrementar la producción mediante una redistribución de planta en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C. 2. Optimizar el uso de los recursos del proceso productivo mediante una redistribución de planta en el área de producción de la empresa Tamales Doña Rosa S.A.C.	<b><u>METODOLOGÍA</u></b> <b>Tipo de Investigación:</b> Aplicada - Experimental <b>Nivel de Investigación:</b> Descriptiva-Propositiva <b>Método de Investigación:</b> Cuantitativo-Experimental



**ANEXO B: MATRIZ DE INSTRUMENTOS**

<b>TÉCNICA</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
OBSERVACIÓN DIRECTA	DIAGRAMA DE ANÁLISIS DE PROCESOS
	DIAGRAMA DE OPERACIONES DE PROCESOS
	DIAGRAMA DE RECORRIDO