
Propuesta de redistribución de planta y productividad en la elaboración de productos congelados (IQF). Empresa Bio Frutos S.A.C. -Chancay, 2017.

Proposal for redistribution of plant and productivity in the production of frozen products (IQF). Company Bio Fruits S.A.C. -Chancay, 2017.

Proposta de redistribuição de planta e produtividade na produção de produtos congelados (IQF). Empresa Bio Fruits S.A.C. -Chancay, 2017.

Rosa Cecilia Garboza Gonzalo⁽¹⁾; Nathali Geraldine Davila Retuerto⁽¹⁾; Julio Fabián Amado Sotelo⁽²⁾; Jaime Eduardo Gutiérrez Ascón⁽³⁾

Fecha de recepción: 04 de diciembre de 2017 **Fecha de aprobación:** 12 de junio 2018

Resumen

Objetivo: Determinar la relación entre la redistribución de planta y la productividad en la elaboración de productos congelados (IQF). Empresa Bio frutos S.A.C. -Chancay, 2017. **Material y métodos:** El diseño de la investigación es no experimental en su variante descriptivo correlacional, de tipo aplicada, transversal, explicativa y cuantitativa. La población fue de 118 colaboradores con una muestra estratificada de 51. Para desarrollar el estudio de la investigación se empleó las siguientes técnicas: Observación, encuesta, análisis documental y cronometraje. Para el procesamiento de información se utilizaron los siguientes programas: Microsoft Excel 2013, Visio 2013, AutoCAD 2017, WinQSB 2.0 que emite alternativas para minimizar costos de transporte, POM- QM for Windows para comparar los movimientos del layout actual con el layout propuesto, MiniTab17, SPSS Statistics 22.0 y XLStat-Pro versión 2014. **Resultados:** La redistribución de planta aumentó la productividad del layout actual de 0,21 kg/soles invertido a 0,22 kg/soles invertido, equivalente a 4,66 soles/kilogramo y 4,54 soles/kilogramo respectivamente. La correlación múltiple entre las variables es de $R = 98,55\%$; el modelo de la investigación es el siguiente $\text{Productividad} = -0,63376 + 3,84326 \times 10^{-6} (\text{Factor Material}) - 0,00003 (\text{Análisis de operaciones}) + 0,00010 (\text{Método de proximidad})$, la validez del instrumento fue 87,5% a criterios de expertos y la confiabilidad de 88,9% según los dueños del problema. **Conclusiones:** La redistribución de planta se relaciona con la productividad según Navarro (2014) el cual concuerda con nuestro estudio al obtener un ahorro de S/.31 826,88 durante la temporada por lo tanto favorece el incremento de la productividad.

Palabras claves: Redistribución de planta, productividad, factor material, análisis de operaciones, método de proximidad.

Abstract

Objective: To determine the relationship between the redistribution of the plant and the productivity in the elaboration of frozen products (IQF). Company Bio fruits S.A.C. -Chancay, 2017. **Material and methods:** The design of non-experimental research in its descriptive, correlational variant of an applied, transversal, explanatory and quantitative type. The population was 118 collaborators with a

⁽¹⁾ Autora corresponsal Rosa Garboza; : Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho – Perú. Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática; Email: rosita.garboza@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-7642-2734>

⁽¹⁾ Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho – Perú. Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática. <http://orcid.org/0000-0002-9374-3676>

⁽²⁾ Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho – Perú. Facultad de Ingeniería Industrial, Sistemas e Informática. <http://orcid.org/0000-0001-9670-7796>

⁽³⁾ Universidad Cesar Vallejo; Facultad de Ingeniería - <http://orcid.org/0000-0003-4065-3359>

stratified sample of 51. To develop the research study the following techniques were used: Observation, survey, documentary analysis and timing. For information processing, the following programs were used: Microsoft Excel 2013, Visio 2013, AutoCAD 2017, WinQSB 2.0 that issues alternatives to minimize transport costs, POM- QM for Windows to compare trends of the current design with the proposed design, MiniTab17, SPSS Statistics 22.0 and XLStat-Pro version 2014. **Results:** Plant redistribution increased the productivity of the actual design from 0.21 kg / sol inverted to 0.22 kg / sol inverted, equivalent to 4.66 soles / kilogram and 4, 54 soles / kilogram respectively. The multiple correlation between the variables is $R = 98.55\%$; the model of the research is the following $\text{Productivity} = -0,63376 + 3,84346 \times 10^{-6} (\text{Material Factor}) - 0,00003 (\text{Analysis of operations}) + 0,00010 (\text{Proximity Method})$, the validity of the instrument was 87, 5% to expert criteria and reliability of 88.9% according to the owners of the problem. **Conclusions:** Redistribution of plant is related to productivity according to Navarro (2014) which agrees with our study to obtain a saving of S / .31 826.88 during the season therefore favors the increase of productivity.

Key words: Plant redistribution, productivity, material factor, operations analysis, proximity method.

Resumo

Objetivo: Determinar a relação entre redistribuição de planta e produtividade na produção de produtos congelados (IQF). Empresa Bio fruits S.A.C. - Chancay, 2017. **Material e métodos:** o desenho da pesquisa não é experimental em sua variante de correlação descritiva, de tipo aplicado, transversal, explicativo e quantitativo. A população era de 118 colaboradores com uma amostra estratificada de 51. Para desenvolver o estudo de pesquisa, utilizaram-se as seguintes técnicas: observação, pesquisa, análise documental e cronograma. Para o processamento de informações, foram utilizados os seguintes programas: Microsoft Excel 2013, Visio 2013, AutoCAD 2017, WinQSB 2.0 que emite alternativas para minimizar os custos de transporte, POM-QM para Windows para comparar os movimentos do layout atual com o layout proposto, MiniTab17, SPSS Statistics 22.0 e XLStat-Pro versão 2014. **Resultados:** a redistribuição da planta aumentou a produtividade do layout atual de 0,21 kg / soles invertido para 0,22 kg / soles invertido, equivalente a 4,66 soles / quilograma e 4,54 soles / quilograma, respectivamente. A correlação múltipla entre as variáveis é $R = 98,55\%$; O modelo de pesquisa é a seguinte $\text{Produtividade} = -0,63376 + 3,84326 \times 10^{-6} (\text{Fator de Material}) - 0,00003 (\text{Análise de Operações}) + 0,00010 (\text{Método de Proximidade})$, a validade do instrumento foi de 87, 5% para critérios de especialistas e confiabilidade de 88,9% de acordo com os proprietários do problema. **Conclusões:** A redistribuição da planta está relacionada à produtividade de acordo com Navarro (2014) que concorda com o nosso estudo para obter uma economia de S/.31 826,88 durante a temporada, favorece o aumento de produtividade.

Palavras-chave: redistribuição de plantas, produtividade, fator material, análise de operações, método de proximidade.

I. INTRODUCCIÓN

Al acercarnos a un mundo cada vez más globalizado, es evidente que toda regla, experiencia o método adquirido a través de los años quedan de lado rápidamente, en el caso de la industria alimenticia lo más dificultoso se halla en la complejidad de las decisiones en el diseño de la distribución de las instalaciones. Esto se puede evidenciar en varios subproblemas, como por ejemplo la selección de los procesos de manufactura más adecuados, la planificación de los requerimientos de mano de obra y de equipos, la localización de las operaciones de manufactura, el agrupamiento de máquinas en secciones (células o departamentos), la especificación de las áreas de parqueo de los productos en elaboración, entre otros. La empresa Bio Frutos S.A.C realiza sus operaciones de elaboración de múltiples productos, de manera que tiene la necesidad de generar una distribución de planta que sea más flexible, modular y fácilmente configurable; estas características le ahorrarían el rediseñar sus distribuciones cada vez que haya cambios en los requerimientos de producción, de esta manera se evitaría incurrir en frecuentes ubicaciones que puede ser altamente costosa y disruptiva, especialmente cuando es menester detener toda la producción; cuando se opera en ambientes volátiles o que producen una alta variedad de productos.

Redistribución de planta: Según Díaz, Jarufe y Noriega (2007) p.109.

“La disposición de planta es el ordenamiento físico de los factores de la producción. La mayoría de las distribuciones quedan diseñadas eficientemente para las condiciones de partida; sin embargo, a medida que la organización crece o se adapta a los cambios internos y externos”.

La disposición de planta es la clasificación física de las instalaciones, según el grado de ejecución que se encuentra determinada la producción, enfatizándose en favorecer la seguridad y eficiencia de los procesos.

Factor material: Según **Díaz, Jarufe y Noriega (2007)** p.138.

“Uno de los factores importantes para el estudio de la disposición de planta es el factor material, pues de su tipo, variedad y cantidad dependen por lo general el tipo de sistema de producción, el cual nos llevará a un determinado tipo de disposición de planta. Por otro lado, las características físicas y químicas del material determinan los sistemas de acarreo y almacenamiento que se deberán aplicar en la planta”.

Las características de cada proceso industrializado requiere un análisis exhaustivo que se adecue a preservar las condiciones organolépticas del material que pasara el ciclo de transformación a producto terminado, este criterio permite reducir la cantidad de producto descartado y mermas del proceso.

$$\text{Factor material} = \sum \text{características físicas}(\text{lote 1} + \text{lote 2} + \dots + \text{lote N}) \quad (1)$$

Fórmula 1. Cálculo del factor material

Análisis de operaciones: Según **Niebel y Freivalds (2009)** pg.57.

“Los analistas de métodos utilizan el análisis de operaciones para estudiar todos los elementos productivos y no productivos de una operación, incrementar la productividad por unidad de tiempo y reducir los costos unitarios con el fin de conservar o mejorar la calidad. En ella, se lleva a cabo el análisis y se cristalizan los diferentes componentes del método propuesto. Inmediatamente después se obtienen y presentan los hechos mediante el uso de una gran variedad de herramientas útiles para elaborar los diagramas”.

El análisis de operaciones nos da un alcance más definido de todos los esfuerzos llevados a cabo para la transformación de productos terminados, este análisis nos permite eliminar actividades que no agregan valor al proceso, se miden los tiempos y distancias del recorrido del material durante el proceso.

Método de proximidad: Según **Niebel y Freivals (2009)** pg.88.

“El método sistemático para configurar plantas desarrollado por Muther (1973) se llama planeación sistemática de distribuciones (SLP). El objetivo del SLP es ubicar dos áreas con grandes relaciones lógicas y de frecuencia cercanas entre sí mediante el uso de un procedimiento directo de seis pasos: Diagrame las relaciones, establezca las necesidades de espacio, elabore diagramas de relaciones entre actividades, elabore relaciones de espacio en la distribución y evalúe una distribución alterna”.

El método de proximidad es aquel que busca la relación directa entre áreas, secciones, considerando factores cuantitativos como cualitativos que evidencien la importancia de estar ubicadas en el lugar correcto según la precedencia de actividades que se realizan en la elaboración de un determinado producto.

Productividad: Según **Gutiérrez (2010)** pg.21.

“En general, la productividad se mide por el cociente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, en piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc”.

Es la relación que existe entre la producción obtenida al final de las operaciones y los recursos utilizados para el logro de un bien o servicio, cuantificando de esta manera el logro de las metas establecidas en una organización.

Producción: Según **Romero, Romero y Muñoz (2015)** p.04.

“Las responsabilidades del ingeniero de producción incluyen la planeación del proceso y el diseño de planta, así como la selección del equipo más adecuado, considerando factores humanos, tecnológicos y económicos. El ingeniero selecciona los procesos y las herramientas, integra el flujo de materiales y componentes y define la metodología para pruebas e inspecciones”.

La producción se encuentra determinada por todos los resultados culminados en su transformación obtenidos del proceso de fabricación, puede ser contabilizada en unidades como cajas, bolsas, así mismo se puede expresar según el peso que alcance la producción terminada.

Recursos utilizados: Según **Jacobs y Chase (2011)** pg.30 -31.

“La productividad se expresa también en forma de medidas parciales, multifactoriales o totales. Si interesa la razón entre el producto y un insumo único, se tiene una medida parcial de la productividad; si se desea conocer la razón entre el producto y un grupo de insumos (pero no todos), hay una medida multifactorial de la productividad”.

Se encuentran conformados por los gastos y costos que se efectuaron para poder realizar el desarrollo del proceso, entre ellos se encuentra los costos de materia prima, costo mano de obra, costo de insumos, energías y grasas, costo de almacenamiento y transporte entre otros.

Objetivo general

Determinar la relación entre la redistribución de planta con la productividad en la elaboración de productos congelados (IQF). Empresa Bio Frutos S.A.C.-Chancay, 2017.

Para dar solución al problema y alcanzar el propósito de la investigación se formularon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la relación entre el factor material en la redistribución de planta con la productividad en la elaboración de productos congelados (IQF). Empresa Bio Frutos S.A.C.-Chancay, 2017.
- Determinar la relación entre el análisis de operaciones en la redistribución de planta con la productividad en la elaboración de productos congelados (IQF). Empresa Bio Frutos S.A.C.-Chancay, 2017.
- Determinar la relación entre el método de proximidad en la redistribución de planta con la productividad en la elaboración de productos congelados (IQF). Empresa Bio Frutos S.A.C.-Chancay, 2017.

Antecedentes de la investigación

Navarro (2014) “*Propuesta y análisis de distribución de planta de una empresa comercial*”, Universidad Nacional Mayor de San Marcos-Lima, Perú. Plantea con el objetivo: Proponer un modelo de distribución de planta que permita mejorar la interrelación de procesos y la eficiencia del servicio en la empresa comercial “Don Vicente”. Concluye diciendo: La propuesta de reordenación de la distribución actual permite integrar las áreas por su afinidad, además se estima un ahorro del 25% en los desplazamientos y un diagrama de recorrido más cortó y directo, lo que permitirá mejorar el desempeño de las áreas.

Gonzalez y Tineo (2015) “*Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C.-Chiclayo*”, de la Universidad Señor de Sipán-Pimentel, Perú. Plantea con el objetivo: “Elaborar la redistribución de planta en el área de producción para mejorar la productividad de la empresa de fabricación de madejas de lana e hilos de tejer Hilados Richards SAC.” Concluye diciendo: Se describieron las actividades para luego realizar los DOP, DAP, diagrama de flujo actual para su análisis y la obtención de los productos con los respectivos tiempos de producción, después se realizó el diagrama de recorrido actual de los operarios para la fabricación de lanas e hilos, permitiendo saber el desplazamiento de los operarios y se elaboró el diagrama de hilos

actual de los materiales para la fabricación de lanas e hilos, permitiendo saber el desplazamiento de los materiales.

Moposita (2013) *Redistribución de planta para el incremento de la productividad en la Empresa Lily Sport*, de la Universidad Técnica de Ambato, Ambato-Ecuador. Plantea con el objetivo: “Determinar la incidencia de la distribución de planta de producción en la productividad en la empresa LILY SPORT”. Concluye diciendo: Al evaluar la productividad de la empresa se puede notar un incremento de hasta el 10% en referencia de la distribución anterior. El costo de transportar material se reduce considerablemente, pasando de 8% de la ganancia mensual al 4% con la nueva planta de producción.

Romero (2010) “*Aumento de productividad en la línea de envasada en la planta Los Cortijos de Cervecería Polar*”; Universidad Simón Bolívar- Caracas, Venezuela. Plantea con el objetivo: “Aumentar la productividad de la línea 2 de envasado de cerveza y malta de la planta Los Cortijos de Cervecería Polar CA”. Concluye diciendo: El análisis de las pruebas de paradas realizadas en las llenadoras y del balance de la línea permitió realizar propuestas de mejoras a la línea, que conllevaron disminuciones en los tiempos porcentuales de parada de las llenadoras y aumentos en la productividad.

Justificación de la investigación

La redistribución de planta desea alcanzar la optimización de los recursos por medio del acercamiento entre las secciones y áreas de trabajo empleando el método de proximidad por consiguiente reducir los costos que acarrear el flujo del proceso; para ello se hará necesario una evaluación del factor material que involucre tanto la producción requerida en el proceso con los elementos, y considerar alternativas en el desplazamiento de sus traslados y el costo de mano de obra. Asimismo; hacer un análisis de operaciones que permita tener al alcance el detalle de las actividades dentro del proceso de elaboración de productos congelados.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

Diseño de investigación: La investigación tiene un diseño no experimental en su variante descriptivo correlacional, para demostrar el grado de relación entre las variables.

Tipo de investigación: Según Latorre (1996) citado por **Córdova (2013)**. El tipo de investigación según su finalidad es una investigación aplicada, según su alcance temporal es una investigación transversal, según su nivel o profundidad es una investigación explicativa y según su carácter de medida es una investigación cuantitativa.

Población: La población está comprendida por los 118 colaboradores de la empresa Bio Frutos S.A.C., conformada por las áreas de recepción (14), producción (72), empaque (13) y planeamiento y supervisión (19).

Muestra estratificada: La muestra está constituida por 51 colaboradores, seleccionados aleatoriamente de la población. Donde se empleó la siguiente fórmula para el cálculo de la muestra preliminar:

$$n_0 = \frac{Z^2 * N * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q} \quad (2)$$

Tabla 017. Matriz de operacionalización de variables e indicadores

	Dimensiones	Indicadores	Técnicas e instrumentos
V. Independiente (X) Distribución de planta	D1: Factor material	D1.1: Cantidad de producción	T: Análisis de documentos I: Análisis de contenido
	D2: Análisis de operaciones	D2.1: Tiempo total del proceso	T: Cronometraje I: Cronómetro
		D2.2: Distancia de recorrido	T: Observación I: Fichas de observación
	D3: Método de proximidad	D3.1: Flujo de materia prima	T: Análisis de documentos I: Análisis de contenido
		D3.2: Superficie requerida	T: Observación I: Fichas de observación
			I: Fichas de observación

V. Dependiente (Y) Productividad		d1.1:Nivel de producción de mango	T:Análisis de documentos
		d1.2:Nivel de producción papaya	I: Análisis de contenido
		d1.3:Nivel de producción maracuyá	T:Análisis de documentos
			I: Análisis de contenido
	d2:Recursos utilizados	d2.1:Costo total de producción	T:Análisis de documentos
			I: Análisis de contenido

III. RESULTADOS

D1: Factor material

Análisis de Pareto: Se trabajó con la data obtenida durante la temporada de enero a mayo del presente año de estudio (2017), luego se clasificó la información según los niveles de producción.

Tabla 018. Productos según estación Enero - Mayo 2017

N°	Productos	Ventas (kg)	Frecuencia simple	Frecuencia acumulada
1	Mango	150 168,00	39,66%	39,66%
2	Maracuyá	75 536,00	19,95%	59,62%
3	Papaya	52 136,50	13,77%	73,39%
4	Lúcuma	43 447,50	11,48%	84,86%
5	Yuca amarilla	20 429,00	5,40%	90,26%
6	Hoja de plátano	16 970,00	4,48%	94,74%
7	Guanábana	7 635,00	2,02%	96,76%
8	Ají amarillo	4 472,00	1,18%	97,94%
9	Camote amarillo	3 513,00	0,93%	98,87%
10	Papa amarilla	2 148,50	0,57%	99,43%
11	Limón	2 145,00	0,57%	100,00%
	Total	378 600,50	100,00%	

La grafica de Pareto permitió identificar los productos más relevantes que se encuentran entre el 80% de los efectos que es producido por el 20% de las causas, tal y como se muestra en la figura 01.

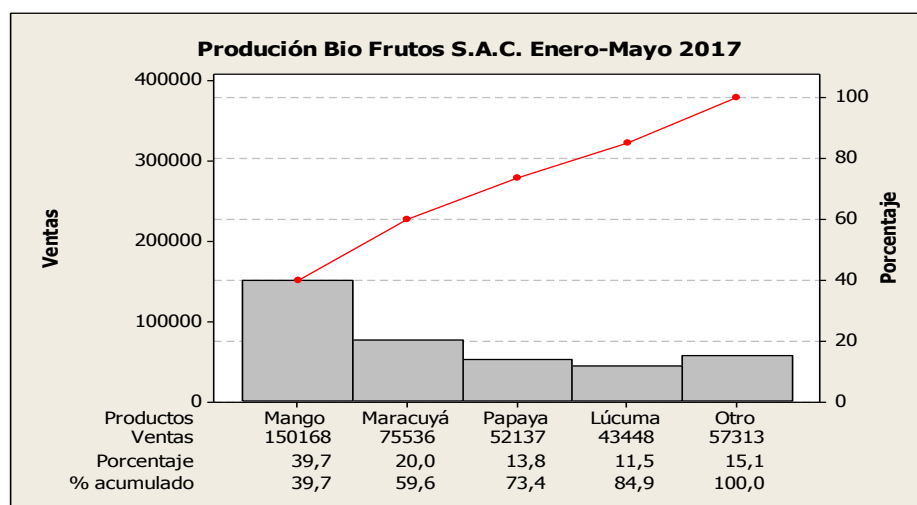


Figura 05. Diagrama de Pareto según productos por estación

Análisis producto - cantidad PQ: Del análisis anterior, se seleccionaron los productos de vital importancia en función a la cantidad de producción durante el periodo de investigación. De acuerdo a los resultados obtenidos se identificó que los productos seleccionados pasaban por procesos semejantes, es por ello que se decidió realizar una segunda evaluación considerando esta vez el costo unitario por kilogramo de materia prima, para ello se incluyó exclusivamente todos los productos con semejanza en el proceso de cubos y pulpas.

Tabla 019. Costo de materia prima

Productos	Costo unitario por kilogramo	Kilogramos requeridos	Costo de materia prima (S/.)
Mango	S/. 0,58	306 846,9	177 971,20
Maracuyá	S/. 0,42	187 110,5	78 586,41
Papaya	S/. 0,61	176 698,9	107 786,33
Lúcuma	S/. 0,63	50 507,5	31 819,73
Guanábana	S/. 0,59	9 035,0	5 330,65

Como se puede apreciar en la tabla 03 los costos de materia prima para el mango son S/. 177 971,20; maracuyá S/. 78 586,41 y papaya S/. 107 786,33 lo que representa mayor capital de inversión y por ende mejorar el manejo de estos productos incrementará significativamente la productividad en la empresa, a diferencia de los procesos de lúcuma y guanábana que representan costos de S/ 31 819,73 y S/5 330,65 respectivamente, lo cual no son muy significativos.

Tabla 020. Producción. Empresa Bio Frutos S.A.C - 2017

Bio Frutos -Producción 2017			
Meses	Mango (kg)	Maracuyá (kg)	Papaya (kg)
Enero	61 494,00	3 745,00	2 650,00
Febrero	39 401,00	38 000,50	19 219,00
Marzo	28 893,00	3 960,00	15 972,50
Abril	11 205,00	25 843,00	6 925,00
Mayo	9 175,00	3 987,50	7 370,00
Total	150 168,00	75 536,00	52 136,50
Porcentaje (%)	54 %	27 %	19 %

En la tabla 04 se muestra el detalle del porcentaje de contribución para cada producto: mango representa 54%, maracuyá 27% y papaya equivalente al 19% de la producción correspondientes al periodo de enero a mayo del presente año.

D2: Análisis de operaciones

Como segunda dimensión se determinó el análisis de operaciones, por ello para el estudio de investigación se utilizaron los diagramas mayores porque son herramientas muy útiles que nos permiten visualizar y analizar los procesos entre ellos tenemos el diagrama de operaciones del proceso (DOP), el diagrama de análisis del proceso (DAP) y el diagrama de recorrido, además se determinó el tiempo estándar de transporte y desplazamiento que atraviesan las tres líneas de producción. Cabe mencionar que se trabajó únicamente con un valor promedio que represente la duración que incurre el traslado de la producción en proceso de una sección a otra consecuente, esta información obtenida para el tiempo promedio fue convertida de segundos a horas para favorecer el análisis de su equivalencia en costo por hora de transporte.

Tabla 021. Tiempo y costo de transporte

Sección		Mango	Maracuyá	Papaya	Tiempo promedio (s)	Tiempo promedio (h)	Costo (S/.)
De:	A:	Tiempo estándar (s)					
Recepción de materia prima	Lavado	78,75	53,22	79,33	70,43	0,01956	0,0929
Lavado	Almacén de materia prima	46,53	53,81	46,96	49,10	0,01364	0,0648
Almacén de materia prima	Cámara de maduración	18,06	0,00	17,85	17,96	0,00499	0,0237
	Pelado/corte	0,00	73,50	0,00	73,50	0,02042	0,0970
Cámara de maduración	Pelado/corte	192,27	0,00	192,56	192,42	0,05345	0,2539
Pelado/corte	Plaqueo	39,58	385,94	51,44	158,99	0,04416	0,2098
Plaqueo	Cámara de refrigeración	40,74	0,00	39,96	40,35	0,01121	0,0532

Cámara de refrigeración	Zarandeo	43,26	0,00	37,96	40,61	0,01128	0,0536
	Empaque	0,00	23,70	0,00	23,70	0,00658	0,0313
Zarandeo	Envase	15,81	0,00	17,92	16,87	0,00468	0,0223
Envase	Empaque	17,62	0,00	17,77	17,70	0,00492	0,0233
	Cámara de refrigeración	0,00	51,31	0,00	51,31	0,01425	0,0677
Empaque	Almacén de producto terminado	24,51	24,70	27,25	25,49	0,00708	0,0336

Se empleó el software WinQSB 2.0 debido a que permite devolver una serie de alternativas para el ordenamiento de las secciones. Para ello se empleó la vista de planta identificándose las longitudes de cada sección del proceso a escala 2:1 obteniendo las siguientes coordenadas.

Tabla 022. Coordenadas de las secciones layout actual

Código	Nombre de secciones	Coordenadas reales	Coordenadas propuestas
A	Recepción de materia prima	(7,13)-(7,16)	(1,13)-(1,16)
B	Lavado y desinfección	(3,5)-(5,6)	(3,5)-(5,6)
C	Almacén de materia prima	(1,13)-(1,16)	(7,13)-(7,16)
D	Cámara de maduración	(4,11)-(6,12)	(4,11)-(6,12)
E.1	Línea de pelado y corte 1	(3,5)-(9,5)	(3,5)-(9,5)
E.2	Línea de pelado y corte 2	(3,7)-(9,7)	(3,7)-(9,7)
E.3	Línea de pelado y corte 3	(3,9)-(9,9)	(3,9)-(9,9)
F.1	Línea de plaqueo 1	(11,6)-(13,16)	(11,6)-(13,16)
F.2	Línea de plaqueo 2	(11,7)-(13,17)	(11,7)-(13,17)
G.1	Cámara de refrigeración 1	(7,11)-(10,12)	(7,11)-(10,12)
G.2	Cámara de refrigeración 2	(8,14)-(9,16)	(13,11)-(15,12)
H	Zarandeo	(18,11)	(18,11)
I	Envase	(16,14)-(16,16)	(16,14)-(16,16)
J	Empaque	(7,16)	(7,16)
K	Almacén de producto terminado	(19-11)-(19-16)	(19-11)-(19-16)
1	Laboratorio	(11,1)-(13,2)	(11,1)-(13,2)
2	Mantenimiento	(14,1)-(19,1)	(14,1)-(19,1)
3	Almacén de insumos	(13,11)-(15,12)	(8,14)-(9,16)

A continuación se presenta el layout actual y propuesto con sus respectivos costos totales proveniente del transporte y desplazamiento del flujo de material en proceso por hora de jornada de trabajo.

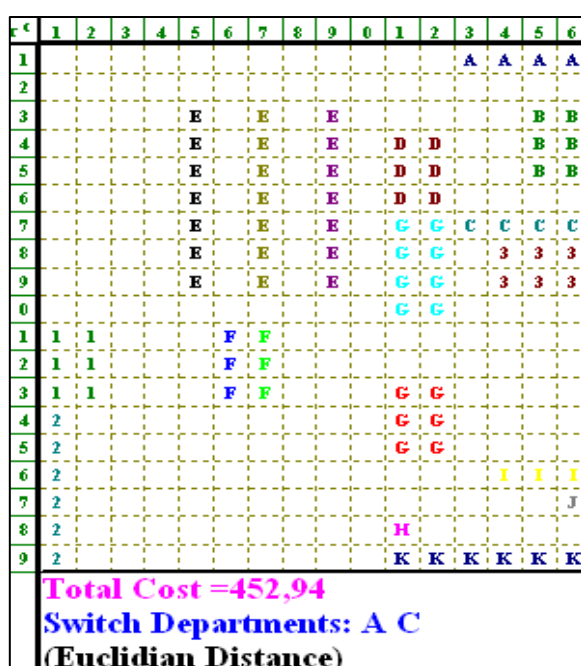
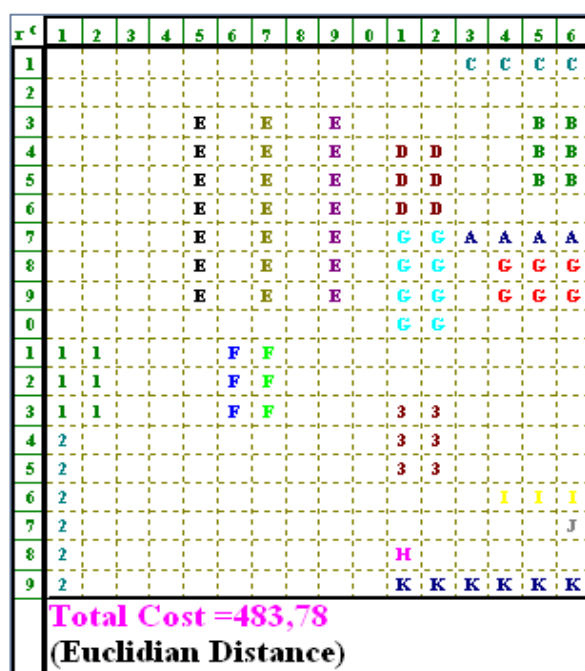


Figura 06. Layout actual

Figura 07. Layout actual

Fuente: Elaboración propia en software WinQSB

Con el análisis del layout actual se obtuvo un costo de transporte de S/ 483,78 por hora y con la alternativa seleccionada S/ 452,94. Dicha propuesta requiere de realizar cuatro reubicaciones de secciones: Recepción de materia prima, almacén de materia prima, cámara de refrigeración II y almacén de insumos. Esta propuesta fue analizada cualitativamente y cuantitativamente, asimismo el acondicionamiento de las secciones no incurre en costos elevados y por lo contrario elimina el retroceso, obteniéndose un ahorro por hora de S/ 30,84 con respecto al layout inicial; es decir que durante el periodo de investigación los costos de transporte mensual entre el layout actual y propuesto significaron un ahorro de S/. 31826,88.

Tabla 023. Costo de transporte periodo enero-mayo 2017

Meses	Costo de transporte		
	Layout actual (S/.)	Layout propuesto (S/.)	Ahorro (S/.)
Enero	100 626,24	94 211,52	6 414,72
Febrero	92 885,76	86 964,48	5 921,28
Marzo	104 496,48	97 835,04	6 661,44
Abril	96 756,00	90 588,00	6 168,00
Mayo	104 496,48	97 835,04	6 661,44
Total	499 260,96	467 434,08	31 826,88

D3: Método de proximidad

El estudio de la redistribución de planta se basó en la metodología del Systematic Layout Planning donde se establecieron las relaciones de cercanía que debe cumplir cada departamento en relación a los demás. Asimismo, como se detalla a continuación, en la figura 04 se representa el % de materia prima y en la figura 05 el grado de importancia de un área a otra.

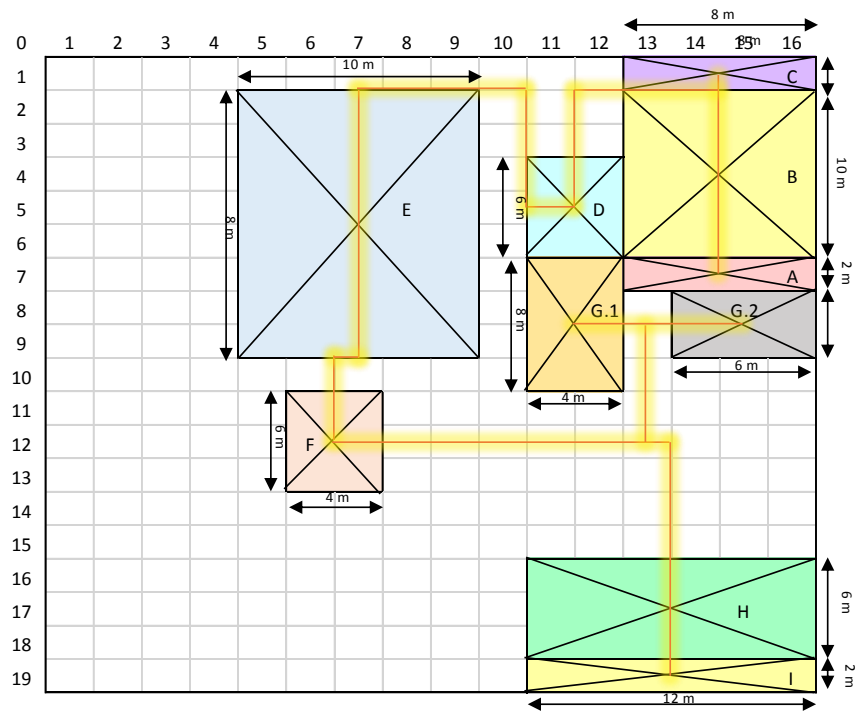


Figura 010. Vista de planta layout actual para ingresar al programa POM

Fuente. Empresa Bio Frutos S.A.C.

Para la comparación con el layout propuesto se realizó nuevamente una vista de planta pero esta vez colocando las reubicaciones de las secciones: recepción de materia prima (A), almacén de materia prima (C) y cámara de refrigeración II (G.2), dando por resultado un nuevo recorrido. Ver figura 07.

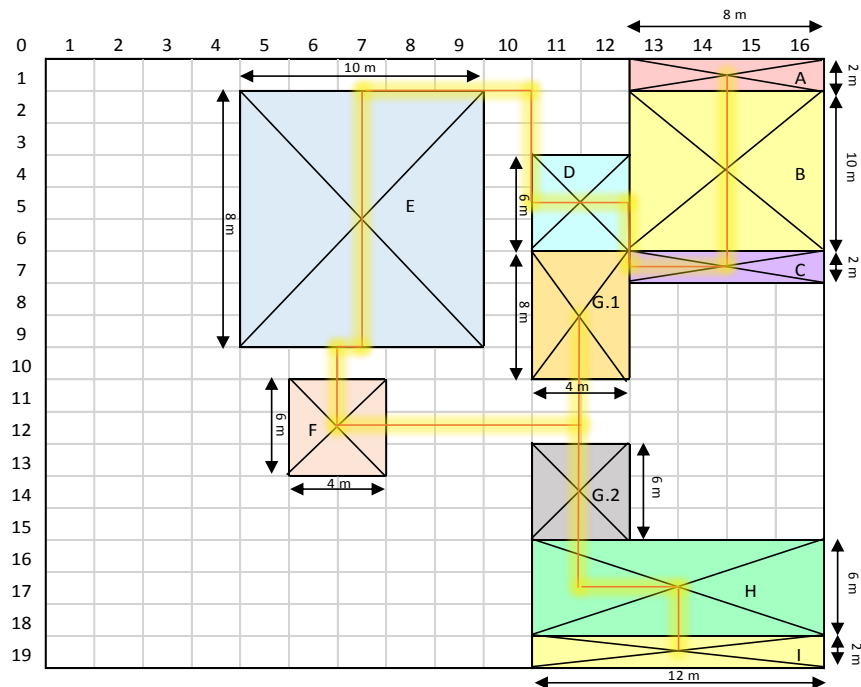


Figura 011. Vista de planta layout propuesto para ingresar al programa POM

Lo siguiente es establecer el flujo de materiales que transita por cada sección, para ello se empleó los resultados del análisis producto-cantidad que nos muestra el porcentaje del flujo de materiales de un área a otra de los productos que fueron seleccionados en el presente trabajo de investigación.

Tabla 024. Matriz de flujo de materiales para ingresar al programa POM

	A	B	C	D	E	F	G.1	G.2	H	I
A		100	0	0	0	0	0	0	0	0
B	0		73	27	0	0	0	0	0	0
C	0	0		73	27	0	0	0	0	0
D	0	0	0		73	0	27	0	0	0
E	0	0	0	0		73	0	27	0	0
F	0	0	0	0	0		73	0	0	0
G.1	0	0	0	0	0	0		73	0	0
G.2	0	0	0	0	0	0	0		73	0
H	0	0	0	0	0	0	0	27		73
I	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Fuente: Elaboración propia en Software POM-QM

Luego se realizó la cuantificación de los metros de distancia desde un punto central de cada sección hacia los puntos centrales de las demás secciones del proceso empleando el método de bloque, posterior a ello en la tabla 10 se colocó la distancia recorrida de un área a otra, por ejemplo como se observa en la matriz: desde el punto A (recepción de materia prima) hasta el punto G.1 (cámara de refrigeración I) la distancia recorrida es de 81 metros según el layout actual. Asimismo, como se puede visualizar en la tabla 11 desde el punto A hasta G.1 la distancia recorrida es de 73 metros según el layout propuesto el cual varía con el layout actual.

Tabla 25. Matriz de distancias Layout actual propuesto

	A	B	C	D	E	F	G.1	G.2	H	I
A		6	12	24	45	58	81	82	82	86
B	6		6	18	39	52	75	76	76	80
C	12	6		14	35	48	70	71	72	76
D	24	18	14		21	34	57	58	58	62
E	45	39	35	21		13	36	37	37	41
F	58	52	48	34	13		23	24	24	28
G.1	81	75	70	57	36	23		7	21	25
G.2	82	76	71	58	37	24	7		21	25
H	82	76	72	58	37	24	21	21		4
I	86	80	76	62	41	28	25	25	4	

Fuente: Elaboración propia en Software POM-QM

Tabla 26. Matriz de distancias Layout

	A	B	C	D	E	F	G.1	G.2	H	I
A		6	12	22	43	56	73	70	80	84
B	6		6	16	37	50	67	64	64	68
C	12	6		10	31	44	61	58	68	72
D	22	16	10		21	34	51	48	58	62
E	43	37	31	21		13	30	27	37	41
F	56	50	44	34	13		17	14	24	28
G.1	73	67	61	51	30	17		11	21	25
G.2	70	64	58	48	27	14	11		10	14
H	80	64	68	58	37	24	21	10		4
I	84	68	72	62	41	28	25	14	4	

Fuente: Elaboración propia en Software POM-QM

Al introducir los valores de las matrices de flujo de materiales y distancias, el resultado obtenido para el layout actual es 12639 movimientos y para la propuesta de redistribución de planta 10120 movimientos, encontrando una mejora del 19,9% equivalente a una reducción a 2519 movimientos, es decir este resultado reafirma que la propuesta de redistribución planteada permite un ahorro en costo y distancia. Finalmente, en el desarrollo de la dimensión: análisis de proximidad se realizó el diagrama de recorrido. Para obtener una visualización del layout propuesto se ha considerado los resultados cualitativos según el grado de importancia y cuantitativos mediante la cercanía entre secciones que representan los movimientos de desplazamiento del material en proceso.

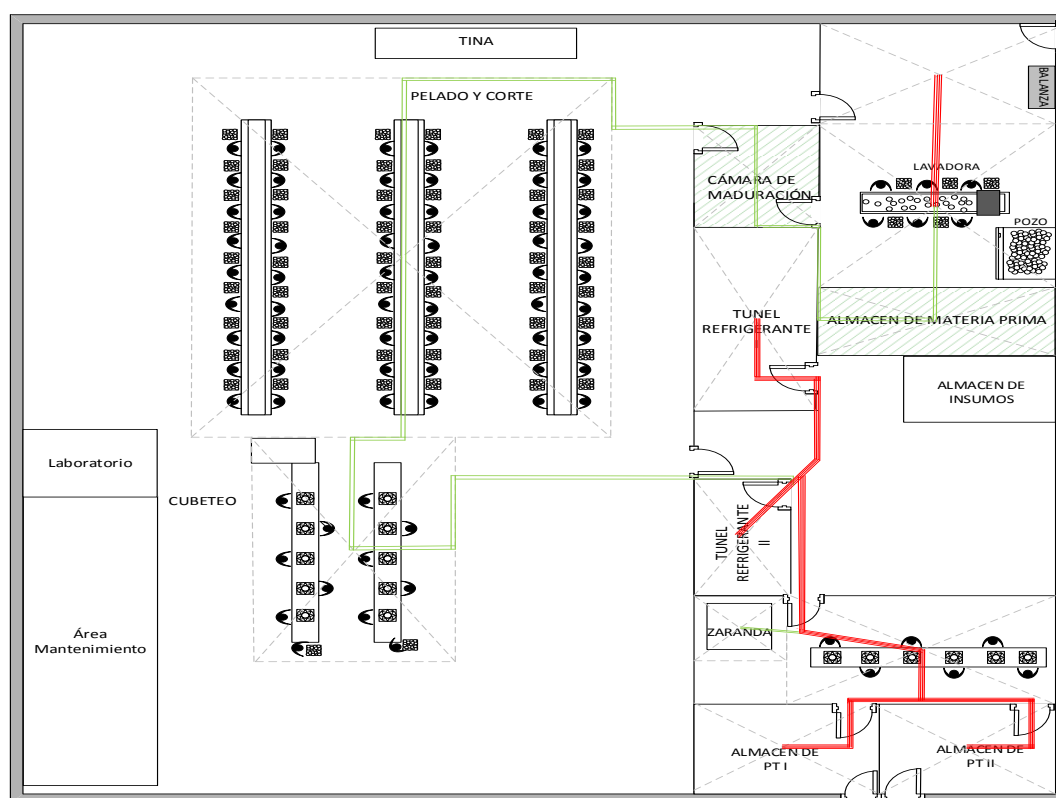


Figura 012. Diagrama de recorrido layout propuesto y relación cualitativa

Y: Productividad

Para encontrar la productividad se requiere conocer la producción mensual de los productos que se encuentran inmersos en la investigación. Asimismo, los recursos utilizados y proyectados correspondientes al layout se detallan a continuación:

Tabla 27. Recursos utilizados y proyectados

Meses	Costo de materia prima (S/.)	Costo de mano de obra (S/.)	Layout actual		Layout propuesto	
			Costo de transporte (S/.)	Costo total (S/.)	Costo de transporte (S/.)	Costo total (S/.)
Enero	103 527,67	86 338,39	100 626,24	290 492,30	94 211,52	284 077,58
Febrero	143 524,25	79 696,98	92 885,76	316 106,99	86 964,48	310 185,71
Marzo	36 754,20	89 659,10	104 496,48	230 909,78	97 835,04	224 248,34
Abril	28 944,03	83 017,68	96 756,00	208 717,71	90 588,00	202 549,71
Mayo	53 571,98	89 659,10	104 496,48	247 727,56	97 835,04	241 066,12
Total	366 322,13	428 371,25	499 260,96	1 293 954,34	467 434,08	1 262 127,46

Fuente: Elaboración propia

El costo total de los recursos utilizados del layout actual es de S/ 1 293 954,34 y la productividad de 0,21 kilogramos/nuevo sol el cual con la propuesta de redistribución de planta incrementará a 0,22 kilogramos/nuevo sol. Como se puede visualizar en la tabla 13 el costo total de los recursos utilizados del layout propuesto es de S/ 1 262 127,46 lo que indica que a diferencia del layout actual se está ahorrando un total de S/. 31 826,88 en la empresa Bio Frutos S.A.C.

Tabla 28. Productividad parcial layout actual y propuesto

Meses	Layout actual	Layout propuesto
-------	---------------	------------------

	Producción (kg)	Recursos utilizados (S/.)	Product. kg/sol	Rendimiento soles/kg	Recursos utilizados (S/.)	Product. kg/sol	Rendimiento soles/kg
Enero	67 889,00	290 492,30	0,2337	4,2789	284 077,58	0,2390	4,1844
Febrero	96 620,50	316 106,99	0,3057	3,2716	310 185,71	0,3115	3,2103
Marzo	48 825,50	230 909,78	0,2114	4,7293	224 248,34	0,2177	4,5929
Abril	43 973,00	208 717,71	0,2107	4,7465	202 549,71	0,2171	4,6062
Mayo	20 532,50	247 727,56	0,0829	12,065	241 066,12	0,0851	11,7407
Total	277 840,50	1 293 954,34	0,2147	4,6572	1 262 127,46	0,2201	4,5426

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se muestra la comparación de la productividad real y estimada, donde se puede apreciar un incremento de la productividad para todos los meses de producción.



Figura 013. Gráfica de tendencia para la productividad

Se realizó el análisis de fiabilidad en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 al instrumento aplicado a los 51 trabajadores según la muestra estratificada de la población en la empresa Bio Frutos S.A.C. Se obtuvo un Alpha de Cronbach igual al 89%, lo que indica que el instrumento tiene una excelente confiabilidad. Este instrumento estuvo conformado por 32 ítems, distribuidos en tres dimensiones para la variable independiente propuesta de redistribución de planta (Factor material, análisis de operaciones y método de proximidad) y una dimensión general para la variable dependiente productividad.

Tabla 29. Información para el modelamiento de la investigación

Meses	Redistribución de planta			Variable dependiente (Y)
	Variable independiente (X)			
	D1	D2	D3	
	Factor material (kg)	Análisis de operaciones (h)	Método de proximidad (flujo*distancia)	Productividad (%)
Enero	67 889,00	9 590,03	8 838,19	0,24
Febrero	96 620,50	12 858,71	9 181,75	0,31
Marzo	48 825,50	7 077,22	8 272,95	0,22
Abril	43 973,00	5 553,68	8 192,70	0,22
Mayo	20 532,50	2 913,06	7 109,61	0,09

Para el modelo matemático de la investigación se ha utilizado el programa XL Stat Pro versión 2014, para calcular el coeficiente de correlación, que se da entre la variable independiente (redistribución de planta) con sus respectivas dimensiones con la variable dependiente (productividad).

Observando el resultado de correlación entre las variables, el modelo tiene un $R = 98,55\%$ lo que indica que tiene una correlación muy alta según especificaciones de la escala de correlación. La ecuación del

modelo de la investigación es: Productividad (Y)= - 0,63376 + 3,84326x10⁻⁶(D1) -0,00003 (D2) + 0,00010(D3).

- La correlación entre el factor material (D1) y la variable productividad (Y) es muy alta con un R= 93,73%. La ecuación del modelo es: Productividad (Y) = 0,07049+2,61851x10⁻⁶(D1).
- La correlación entre el análisis de operaciones (D2) y la variable productividad (Y) es muy alta con un R= 92,58%. La ecuación del modelo es: Productividad (Y) = 0,06907+0,00002 (D2).
- La correlación entre el método de proximidad (D3) y la variable productividad (Y) es muy alta con un R= 97,59%. La ecuación del modelo es: Productividad (Y) = -0,60188+0,00010 (D3).

Para la contratación de hipótesis se empleó el test r de Pearson.

Tabla 30. Resumen de contrastación de hipótesis – análisis cuantitativo

Hipótesis	Hipótesis de trabajo	r de Pearson calculado	r de Pearson crítico (gl=3;α= 5%)	Decisión	Conclusión
General	H ₀ :X ≠R Y H ₁ :X R Y	0,950	±0,878	0,950>0,878 Rechaza H ₀	La redistribución de planta se relaciona significativamente con la productividad
Especifica (1)	H ₀ :D1≠R Y H ₁ :D1 R Y	0,937	±0,878	0,937>0,878 Rechaza H ₀	El factor material se relaciona significativamente con la productividad
Especifica (2)	H ₀ :D2 ≠R Y H ₁ :D2 R Y	0,926	±0,878	0,926>0,878 Rechaza H ₀	El análisis de operaciones se relaciona significativamente con la productividad
Especifica (3)	H ₀ :D3 ≠R Y H ₁ :D3 R Y	0,976	±0,878	0,976>0,878 Rechaza H ₀	El método de proximidad se relaciona significativamente con la productividad

IV. Discusión

El trabajo de investigación se ha realizado en base a los meses de enero a mayo del presente año, para ello ha sido necesario determinar una propuesta de mejora que permita una adecuada redistribución de planta con el fin de contribuir con la productividad, considerando el factor material, el análisis de operaciones y el método de proximidad.

Es así, que para el desarrollo de investigación respecto a la **redistribución de planta** que se obtuvo de propuesta permite alcanzar una diferencia de 2 519 movimientos, el cual representa una mejora del 20% en comparación al modelo actual. Resultados similares fueron obtenidos por **Navarro (2014)** quien concluye diciendo “La propuesta de reordenación de la distribución actual permite integrar las áreas por su afinidad, además se estima un ahorro del 25% en los desplazamientos y un diagrama de recorrido más cortó y directo, lo que permitirá mejorar el desempeño de las áreas.”

En la investigación se determinó que la productividad muestra un incremento del 1% con la propuesta de redistribución, dicho valor equivale a un ahorro de S/. 31 826,88 en las líneas de producción que se eligieron en la investigación, se tiene conocimiento que existen otros procesos que serán beneficiados lo que permitirá registrar un mayor impacto de aprovechamiento de los recursos para la empresa. Dichos resultados concuerdan con **Moposita (2013)** quien concluye “El evaluar la productividad de la empresa se puede notar un incremento de hasta el 10% en referencia de la distribución anterior. El costo de transportar material se reduce considerablemente, pasando de 8% de la ganancia mensual al 4% con la nueva planta de producción.

Además para este estudio se empleó los diagramas mayores de análisis de procesos para ello se calculó el tiempo y distancia de proceso productivo en base al recurso mano de obra por medio al costo efectuado por hora de trabajo en el desplazamiento de material en proceso. Se discrepa **Romero (2010)** quien concluye diciendo “El análisis de las pruebas de paradas realizadas en las llenadoras y del balance de la línea permitió realizar propuestas de mejoras a la línea, que conllevaron disminuciones en los tiempos porcentuales de parada de las llenadoras y aumentos en la productividad”.

V. Conclusiones

Del problema general se determinó que la **redistribución de planta** se relaciona con el incremento de la productividad, alcanzando un valor de $R=98,55\%$, lo que indica que tiene una correlación muy alta. Este resultado se corroboró de manera cuantitativa con el estadístico de r de Pearson donde señala que la redistribución de planta se relaciona con la productividad y de manera cualitativa con el cuestionario en base a la escala de Likert se concluye que la redistribución de planta se relaciona significativamente con la productividad.

VI. Referencias

- Córdova, Isaac. 2013. *El proyecto de investigación, cuantitativa*. Primera. Lima : San Marcos de Anibal Paredes Galván, 2013. pág. 215. 9786123029616.
- Díaz, Bertha, Jarufe, Benjamin y Noriega, Maria Teresa. 2007. *Disposición de planta*. Lima, Perú : Universidad de Lima, 2007.
- Gonzalez Laines, Jorge Henry y Tineo Razuri, Paola Jaqueline. 2015. *Redistribución de planta del área de producción para mejorar la productividad en la empresa Hilados Richards S.A.C. - Chiclayo*. Lambayeque, Universidad Señor de Sipán. Pimentel : Repositorio Universidad Señor de Sipán, 2015.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México: Mc Graw-Hill/Interamericana Editores,S.A. de C.V.
- Jacobs, & Chase. (2011). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros* (Decimotercera ed.). México: Mc Graw-Hill/Interamericana Editores,S.A. de C.V.
- Moposita Tonato, Gardenia Elizabeth. 2013. *Redistribución de planta para el incremento de la productividad en la Empresa Lily Sport*. Ambato : Repositorio Universidad Técnica de Ambato, 2013.
- Navarro Ramos, Danilo Antonio. 2014. *Propuesta y análisis de distribución de planta de una empresa comercial*. Lima, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú : Repositorio Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2014.
- Niebel , Benjamin W y Freivalds , Andris. 2009. *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México : Mc Graw-Hill/Interamericana Editores,S.A. de C.V, 2009.
- Romero Hernández, S., Romero Hernández , O., & Muñoz Negrón, D. (2015). *Introducción a la ingeniería*. México, D.F: D.R. Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Romero Trejo, Noeliz Vanessa. 2010. *Aumento de productividad en la línea de envasado en la planta Los Cortijos de Cervecería Polar*. Venezuela : Repositorio Tesis, 2010. pág. 118.