



**“OPTIMIZACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN DEL
GRUPO PALMAS”**

**Trabajo de Investigación presentado
para optar al Grado Académico de
Magíster en Supply Chain Management**

**Presentado por
Pallette Astocondor Salazar, Fernando Javier
Rivera Trujillo, Lucero del Rosario
Tacza Mariño, Luis Alberto**

Asesor: Mario Gustavo Chong Chong

[0000-0002-1231-0992](tel:0000-0002-1231-0992)

Lima, febrero 2021

Dedicatoria

A Dios, por darme esta oportunidad; a mis padres, por su apoyo incondicional; y a Benjamín y a Johanna por ser mi más grande motivación.

Fernando Javier Pallette Astocondor Salazar

A Dios, por ser mi fortaleza en culminar este proyecto en tiempos difíciles, y a mis padres, por su ejemplo de perseverancia y apoyo constante a lo largo de mi carrera.

Lucero del Rosario Rivera Trujillo

A Dios, por mostrarme siempre el camino; a mis padres, por su dedicación y apoyo; a mi compañera de vida, Jesselin, y a mi hija, Mía, por su paciencia y amor en todo este tiempo invertido.

Luis Alberto Tacza Mariño

Agradecimientos

Agradecemos en especial al Grupo Palmas por su apoyo, y a nuestro profesor Arturo García-Calderón por sus consejos y aliento.

Tabla de contenidos

| | |
|---|------|
| Lista de tablas | vii |
| Lista de figuras..... | viii |
| Lista de apéndices | ix |
| Resumen ejecutivo | x |
| Introducción | 1 |
| Análisis externo | 2 |
| Análisis macroentorno | 2 |
| Político | 2 |
| Económico..... | 2 |
| Social..... | 4 |
| Tecnológico..... | 4 |
| Ambiental..... | 5 |
| Legal..... | 7 |
| Análisis microentorno..... | 7 |
| Sector de la palma aceitera en el mundo y América Latina..... | 7 |
| Sector de la palma aceitera en el país..... | 8 |
| Cinco fuerzas de Porter | 10 |
| Poder de negociación con los clientes | 10 |
| Poder de negociación con los proveedores..... | 11 |
| Amenaza de nuevos competidores | 11 |
| Amenaza de productos sustitutos | 12 |
| Rivalidad entre competidores | 12 |
| Conclusiones del análisis externo..... | 13 |
| Análisis interno | 14 |
| Presentación de la empresa | 14 |
| Descripción..... | 14 |
| Historia | 14 |
| Sedes y subsidiarias..... | 16 |
| Organigrama..... | 17 |

| | |
|---|----|
| Productos | 18 |
| Análisis estratégico | 20 |
| Análisis FODA | 20 |
| Misión..... | 21 |
| Visión | 21 |
| Objetivos estratégicos | 21 |
| Estrategia corporativa..... | 21 |
| Ventaja competitiva..... | 21 |
| Política de sostenibilidad..... | 22 |
| Economías de escala..... | 22 |
| Aprovechamiento de sinergias | 22 |
| Amplio portafolio de productos..... | 22 |
| Cadena de valor | 23 |
| Aspecto económico | 25 |
| Análisis de la cadena de suministro | 27 |
| Situación actual | 27 |
| Misión | 27 |
| Visión | 27 |
| Organigrama..... | 27 |
| Cadena de suministro | 27 |
| Proceso de la cadena de suministro..... | 30 |
| Planificación..... | 30 |
| Extracción..... | 30 |
| Refinación | 31 |
| Fraccionamiento | 31 |
| Distribución primaria | 32 |
| Gestión de inventario | 32 |
| Distribución secundaria..... | 33 |
| Canales de distribución | 33 |
| Identificación del problema..... | 34 |

| | |
|--|----|
| Criterios de evaluación..... | 34 |
| Potencial de ahorro..... | 34 |
| Nivel de servicio (<i>reliability</i>)..... | 34 |
| Flexibilidad..... | 34 |
| Eficiencias en gestión de activos..... | 35 |
| Metodología para la selección del proceso crítico (AHP)..... | 35 |
| Identificación y definición del problema..... | 37 |
| Descripción de rutas..... | 40 |
| Propuesta de solución..... | 44 |
| Análisis de Pareto..... | 45 |
| Clústeres de demanda..... | 45 |
| SKU..... | 45 |
| Centro de gravedad..... | 45 |
| Justificación del uso del centro de gravedad..... | 45 |
| Descripción del modelo de centro de gravedad..... | 45 |
| Formulación: Describir el cálculo matemático de la fórmula y los pesos por volumen..... | 46 |
| Modelo de programación lineal entera mixta (MILP)..... | 49 |
| Justificación del uso del MILP..... | 49 |
| Descripción del modelo de optimización..... | 50 |
| Construcción del modelo matemático..... | 53 |
| Programación y resultados..... | 57 |
| Evaluación financiera..... | 60 |
| Presentación final del proyecto: Áreas de conocimiento..... | 61 |
| Gestión de integración..... | 61 |
| Conclusiones y recomendaciones..... | 64 |
| Conclusiones..... | 64 |
| Recomendaciones..... | 65 |
| Bibliografía..... | 67 |
| Nota biográfica..... | 82 |

Lista de tablas

| | |
|---|----|
| Tabla 1. <i>Descripción de actividades de subsidiarias</i> | 17 |
| Tabla 2. <i>FODA cruzado (estrategias)</i> | 20 |
| Tabla 3. <i>Modelo Canvas de Grupo Palmas</i> | 24 |
| Tabla 4. <i>Resultados 2014 – 2019</i> | 25 |
| Tabla 5. <i>Centros de distribución de Grupo Palmas</i> | 33 |
| Tabla 6. <i>Resultados de la evaluación de procesos</i> | 36 |
| Tabla 7. <i>Precios de distribución primaria y secundaria de producto terminado (S/t)</i> | 38 |
| Tabla 8. <i>Costos promedio de distribución primaria y secundaria por negocio (S/t)</i> | 39 |
| Tabla 9. <i>Participación por tipo de distribución y negocio</i> | 40 |
| Tabla 10. <i>Rutas de negocio industrial</i> | 40 |
| Tabla 11. <i>Pareto de clientes industriales</i> | 41 |
| Tabla 12. <i>Rutas de distribución primaria: consumo masivo</i> | 41 |
| Tabla 13. <i>Rutas de distribución secundaria: consumo masivo</i> | 42 |
| Tabla 14. <i>Resumen por tipo de producto</i> | 44 |
| Tabla 15. <i>Centros de gravedad de Grupo Palmas</i> | 46 |
| Tabla 16. <i>Ejemplo de cálculo de centro de gravedad de Tarapoto</i> | 48 |
| Tabla 17. <i>Proyección de ventas en toneladas</i> | 51 |
| Tabla 18. <i>Costo fijo anual de almacenamiento (en soles)</i> | 52 |
| Tabla 19. <i>Costo variable anual de almacenamiento (en soles por tonelada)</i> | 53 |
| Tabla 20. <i>Conjuntos de programación lineal</i> | 53 |
| Tabla 21. <i>Variables de programación lineal</i> | 54 |
| Tabla 22. <i>Parámetros de programación lineal</i> | 54 |
| Tabla 23. <i>Propuesta 1 – ahorros en costos 2022-2026 (en soles)</i> | 58 |
| Tabla 24. <i>Propuesta 2 – ahorros en costos 2022-2026 (en soles)</i> | 59 |
| Tabla 25. <i>Propuesta 3 – ahorros en costos 2022-2026 (en soles)</i> | 59 |
| Tabla 26. <i>Flujo de caja de inversión</i> | 61 |
| Tabla 27. <i>Acta de proyecto</i> | 62 |

Lista de figuras

| | |
|---|----|
| <i>Figura 1.</i> Estructura organizacional | 16 |
| <i>Figura 2.</i> Organigrama del Grupo Palmas..... | 17 |
| <i>Figura 3.</i> Familia de productos del Grupo Palmas | 19 |
| <i>Figura 4.</i> Cadena de valor de la empresa | 23 |
| <i>Figura 5.</i> Márgenes de rentabilidad 2014-2019 | 26 |
| <i>Figura 6.</i> Ingresos y resultados 2014-2019 | 26 |
| <i>Figura 7.</i> Organigrama de <i>Supply Chain</i> Grupo Palmas | 28 |
| <i>Figura 8.</i> Cadena de Suministro Grupo Palmas | 29 |
| <i>Figura 9.</i> Proceso integral de la cadena de suministro Grupo Palmas | 30 |
| <i>Figura 10.</i> Canales de distribución..... | 33 |
| <i>Figura 11.</i> Porcentaje de participación de categoría: total del negocio..... | 37 |
| <i>Figura 12.</i> Porcentaje de ocupabilidad por centro de distribución..... | 39 |
| <i>Figura 13.</i> Costos de almacenamiento por centro de distribución | 43 |
| <i>Figura 14.</i> Identificación de principales clientes en Google Maps en Tarapoto, San Martín . | 48 |
| <i>Figura 15.</i> Red de distribución actual del Grupo Palmas..... | 55 |
| <i>Figura 16.</i> Configuración de conjuntos e índices..... | 55 |
| <i>Figura 17.</i> Red de distribución propuesta Grupo Palmas..... | 60 |
| <i>Figura 18.</i> EDT de diseño y ampliación de un centro de distribución | 63 |

Lista de apéndices

| | |
|--|----|
| Apéndice A. Producción de palma aceitera en Perú | 72 |
| Apéndice B. Crecimiento de exportaciones en Perú..... | 73 |
| Apéndice C. Evolución de precio mundial de aceite de palma (dólares/tonelada)..... | 74 |
| Apéndice D. Ventas mundiales de aceite de palma 2020 | 75 |
| Apéndice E. Balance de masas | 76 |
| Apéndice F. Evaluación de procesos críticos utilizando el modelo AHP..... | 77 |
| Apéndice G. Ubicación del COG de clúster de demanda | 79 |
| Apéndice H. Asignación de mercados a los centros de distribución | 80 |
| Apéndice I. Propuesta 1 nivel reducción de costos y propuesta 2 nivel de servicio..... | 81 |

Resumen ejecutivo

La presente tesis busca optimizar la red de distribución de Grupo Palmas, el mayor productor de aceite de palma a nivel nacional. La empresa cuenta con más de 40 años, a lo largo de los cuales desarrolló su industrialización, y hoy en día su crecimiento está orientado al consumo masivo. La investigación se centra en analizar los procesos y los gastos operativos que permitan que sus productos terminados puedan ganar mayor presencia a nivel nacional, sin afectar su rentabilidad.

La identificación del problema se obtuvo con el uso de la metodología para la selección del proceso crítico (AHP), con la cual se determinó que el proceso de distribución dentro de la cadena de suministro es el que presentaba mayores oportunidades de ahorro. El resultado es coherente con el cambio de estrategia de la empresa, debido a que el *know-how* en materias primas e industrialización es mayor al de la venta de productos terminados. En los últimos tres años, los indicadores financieros reflejaron una caída en su desempeño paralelamente al crecimiento de la venta de consumo masivo.

La propuesta de solución se basa en el análisis de los resultados obtenidos con el modelo de programación lineal entera mixta (MILP). La viabilidad de cada escenario considera la optimización de rutas con un nuevo centro de gravedad y evalúa la funcionalidad de los centros de distribución. Finalmente, se concluye que la ampliación del principal centro de distribución genera un VAN de S/ 8,436,649 y una TIR de 69 %, con un periodo de recupero es de 1,37 años.

Introducción

El presente trabajo de investigación se realizó en el marco de una oportunidad de crecimiento vertical de Grupo Palmas, uno de los grupos más fuertes del sector agroindustrial en el Perú y líder en el cultivo, producción e industrialización de la palma aceitera y cacao en el país (Grupo Romero, 2020). Según se observa en el Apéndice A, la producción de aceite de palma se ha incrementado un 33% desde 2015 hasta 2019, mientras que las exportaciones de crudo y sus derivados aumentaron en 194 % en el mismo periodo, como se detalla en el Apéndice B. Sin embargo, se sufrió una caída de 1 % en la de 2019 y una desaceleración en el crecimiento de las exportaciones de 87 %¹ en el mismo año. Por ello, es importante que Grupo Palmas siga creciendo mediante la fabricación de productos con valor agregado para no depender en mayor medida de las ventas de las materias primas.

A lo largo de los años, Grupo Palmas ha mantenido un crecimiento basado en una integración vertical, la cual comenzó con la producción del fruto, y hoy en día incluye la elaboración de productos de consumo masivo como aceites y jabones. Sin embargo, conforme se han enfocado más en la venta de productos con mayor valor agregado, su rentabilidad ha ido decreciendo, lo que significó una caída de 39.94 % a 27.56 % en su margen bruto y una disminución de 27.68 % a 22.84 % en el EBITDA de 2017 a 2018 (Pacific Credit Rating, 2019). Grupo Palmas es una empresa con más de 40 años en el sector agrícola, pero continúa desarrollándose e identificando oportunidades en el mercado de consumo masivo; por ello, mantiene el reto de ser más eficiente en sus procesos operativos.

¹ Información de mayo de 2020 descargada de Veritrade (2020): exportaciones de crudo y refinados

Análisis externo

Análisis macroentorno

Político. La experiencia de la pandemia de COVID-19 y la forma como los gobiernos manejaron la crisis originaron cambios internos en los países. En este contexto, surgieron oportunidades para una supervisión débil y transparencia inadecuada, en las cuales se desviaron los recursos dirigidos a personas con mayor necesidad. Las medidas políticas que se tomaron en Latinoamérica para combatir la pandemia resultaron en retrocesos en términos democráticos, políticos y posibles riesgos para las instituciones del Estado de derecho. En efecto, la corrupción en tiempos actuales podría haber dañado los gobiernos en todo el mundo y desviado a los países de alcanzar los objetivos de un desarrollo sostenible (Guterres, 2020). Frente a ello, Grupo Palmas podría sufrir una caída de sus exportaciones frente a una recesión mundial y una alta volatilidad en los precios al ser un *commodity*.

Actualmente, Perú atraviesa una crisis política en medio de una complicada situación económica y sanitaria. Debido a ello, miles de peruanos levantaron su voz de protesta disconforme con las radicales decisiones del Congreso que terminaron por destituir a Martín Vizcarra de la presidencia. La crisis que lo afecta originó que Perú cambie tres veces de presidente en el último quinquenio y que sus últimos cinco presidentes estén involucrados en juicios políticos por corrupción. Consecuentemente, el país refleja una inestabilidad económica y social muy poco conveniente para su desarrollo.

Económico. A inicios de 2020, se proyectaba un crecimiento mundial de 3.3 % en 2020 y 3.4 % en 2021 (Fondo Monetario Internacional [FMI], 2020a). Actualmente, la pandemia de COVID-19 ha causado devastadores efectos sobre la vida humana al igual que las economías del mundo. En dicho sentido, el FMI proyecta que la economía mundial sufra una brusca contracción de -4.4 % en 2020 y un crecimiento de 5.2 % en 2021 (FMI, 2020b).

En la región, según un estudio del Banco Mundial, se prevé que el producto bruto interno (PBI) de América Latina y el Caribe, excluyendo Venezuela, decrete un 7.9 % en 2020; sin embargo, se espera un crecimiento promedio del 4 % para 2021. Los países más afectados de la región serán Argentina (-12.3 %) y Perú (-12 %), y, en menor medida, Chile (-6.3 %) y Brasil (-5.4 %) (Banco Mundial, 2020a). Así mismo, se estima que la economía peruana caiga en recesión en un -13 % debido a la epidemia, pero también se espera una recuperación considerable para 2021 con un crecimiento del PBI de cerca del 10 %, tras las elecciones presidenciales y la aparición de una vacuna (BBVA Research, 2020).

Los efectos de la COVID-19 también se reflejan en el comercio internacional. Según la Organización Mundial de Comercio (OMC), se estima que los volúmenes de comercio global desciendan 9.2 % en 2020, pero se espera una recuperación de 7.2 % en 2021 (Service Congressional Research, 2020). El Perú también está afectado por las dificultades mencionadas y se demuestra con la caída del 23.1 % de las exportaciones entre enero y agosto de 2020 con respecto al mismo periodo (Asociación de Exportadores [ADEX], 2020).

Como parte de las medidas tomadas frente a la pandemia, el Estado peruano desarrolló esfuerzos y puso en marcha un plan económico para la contención y la reactivación económica. El plan comprendía un monto de S/ 67,199 millones, equivalente al 20 % del PBI. Las medidas se enfocaron en aspectos como el fortalecimiento de los servicios de salud, el gasto público, la limpieza en sectores de educación y transporte, el traslado de ayuda humanitaria, entre otros (Ministerio de Economía de Finanzas [MEF], 2020).

Además, cuatro tipos de subsidios monetarios han sido entregados para los hogares y familias más vulnerables del país, entre ellos el Bono 'Yo me quedo en casa', el Bono Independiente, el Bono Rural y el Bono Familiar Universal ("Coronavirus: conoce los bonos otorgados por el Gobierno ante emergencia", 2020). De esta manera, se buscaba que las familias con mayores necesidades pudieran subsistir y que las empresas privadas pudieran

mantenerse para evitar un impacto más fuerte en la economía. Naturalmente, el Estado buscaba mediante estas acciones que la población más vulnerable lograra cubrir al menos su canasta básica.

Social. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el índice de pobreza monetaria en el Perú alcanzó el 20.2 % en 2019, 0.3 % menor a 2018 (“Pobreza en Perú bajó el 2019 pero subió el nivel de la pobreza extrema”, 2020). Sin embargo, debido al impacto de la pandemia, se espera que aumente aún más la pobreza y la desigualdad. La profundidad de los impactos dependerá de la duración de la crisis y la respuesta del Gobierno, lo que conducirá a una abrupta caída de los ingresos de los trabajadores, en particular los independientes e informales (Banco Mundial, 2020b). De esta manera, se prevé una reducción de la demanda de los clientes industriales, pero queda abierta la posibilidad de que aumente la demanda de los productos de consumo masivo del Grupo Palmas, dirigidos a niveles socioeconómicos más bajos.

Tecnológico. Según el último Reporte de Competitividad Global realizado por el Foro Económico Mundial, el Perú descendió dos posiciones entre el 2018-19 hacia el puesto 65 de 141 economías (Schwab, 2019). Uno de los resultados menos favorables se presenta en el pilar de capacidad de innovación, en el cual el país se encuentra en el puesto 90 de 141. Asimismo, se aprecia que el área de investigación y desarrollo es uno de los puntos más débiles, pues se ocupa el puesto 106 y se está por debajo de países de la región como Colombia (88) y Ecuador (69) (Schwab, 2019), coincidentemente países con los que Perú compite en el sector de palma aceitera.

Localmente, existen iniciativas del Estado como los Centros de Innovación Productiva y Transferencia Tecnológica (CITE), que promueven la innovación e impulsan las tecnologías entre trabajadores, empresas privadas y asociaciones (Instituto Tecnológico de la Producción [ITP], 2019). Específicamente en el rubro agroindustrial, el Ministerio de

Agricultura y Riego (Minagri) desarrolló el Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Palma Aceitera 2017-2027, el cual aún no ha sido aprobado, pero busca mejoras en la competitividad económica, social y ambiental. Para ello, se realiza investigación, asistencia técnica y financiamiento como herramienta de sostenibilidad y orientación para el manejo de cultivos sostenibles, entre otras funciones.

Consecuentemente, el mayor potencial de innovación se da por parte de las empresas privadas y las asociaciones de palmicultores. Según la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite de Colombia (Fedepalma, 2017), se viene invirtiendo recursos en soluciones tecnológicas para palmicultores, lo cual ha generado mejor manejo del cultivo, de plagas y enfermedades, y el mejoramiento tecnológico de plantas extractoras. Asimismo, algunas de las buenas prácticas tecnológicas en la agroindustria de palma buscan incrementar la productividad y generar energía renovable. Dentro de ellas, se encuentra el manejo de riego, drenajes y fitosanitario y el uso de la biomasa respectivamente (“Fedepalma, presente en Expo Agrofuturo con innovación para el agro”, 2018). En ese sentido, resulta vital para las empresas peruanas continuar invirtiendo en investigación y desarrollo y tecnologías que permitan generar eficiencias en la cadena productiva y finalmente agregar competitividad a sus productos locales.

Ambiental. Actualmente, la medición del impacto ambiental ha tomado una posición relevante dentro de las cadenas productivas y en mayor medida en los sectores de minería y agricultura. En efecto, la producción de aceite de palma aceitera es muy controversial, ya que se le atribuye impactos como la deforestación, el calentamiento global y la acidificación. Por ello, es importante entender sus efectos para desarrollar herramientas y modelos que habiliten prácticas que reduzcan el impacto ambiental en el desarrollo agrícola.

La palma aceitera es muy cuestionada por el incremento de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y por el daño que los cultivos generan a los bosques. Las plantaciones

contribuyen con las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), mientras que los efluentes de las plantas extractoras (POME²) emiten metano. Sin embargo, el impacto ambiental se puede reducir si el biogás se captura para ser transformado en electricidad (Bessou, & Lénaïc, 2016).

En el Perú, el cultivo de palma aceitera permite frenar la agricultura migratoria y recuperar los suelos degradados por el cultivo de coca. Muchos de los bosques de la Amazonía peruana han sido afectados por la agricultura migratoria, debido a que los árboles son talados para instalar cultivos que terminan siendo abandonados por pérdida de fertilidad del suelo. La palma aceitera llega a ser una alternativa para reutilizar aquellos suelos agrícolas deforestados (Junta Nacional de Productores de Aceite de Palma [Junpalma], 2017a).

Frente a los cuestionamientos de la industria, Grupo Palmas cuenta con una política de sostenibilidad para garantizar el desarrollo sostenible de su cadena. A través de ella, busca la optimización y eficiencia productiva en el uso de recursos como la tierra, el agua y la energía. En efecto, utiliza instrumentos de gestión ambiental y los monitorea semestralmente. Grupo Palmas aprovecha la biomasa, maneja los efluentes, reduce los efectos de GEI y maneja los residuos sólidos (Grupo Palmas, 2019).

El aprovechamiento de biomasa permite autogenerar el 50 % de su energía mediante el tratamiento de POME. Se utilizan los gases para convertir energía eléctrica y generan vapor con la combustión de EFB³ y fibra. El manejo de efluentes genera 570,000 m³ de agua residual tratada y 150,000 m³ son reutilizados. Así mismo, se cuenta con un mecanismo de desarrollo limpio para reducir el GEI. Finalmente, se utiliza el modelo de las 3R⁴ para los

² Tratamiento POME: tratamiento y aprovechamiento de aguas residuales del proceso de extracción de aceite de palma

³ EFB: *empty fruit bunches* (racimos de frutos vacíos)

⁴ Modelo 3R: Reduce, Reutiliza y Recicla

residuos sólidos, aprovechando los desechos como abono, mejorando los suelos y generando combustible (Grupo Palmas, 2020a).

Legal. Con referencia a nuevas normativas y políticas de seguridad, los países latinoamericanos, con el respaldo de la Organización Panamericana de Salud (OPS), concordaron implementar un plan de acción con el objetivo de restringir las grasas trans nocivas de las cadenas de suministro de alimentos desde 2025. Las regulaciones que prohíben las grasas trans se aplican en Argentina, Canadá, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, los Estados Unidos y Uruguay. Debido a ello, se observa una reducción en las oportunidades de crecimiento en la región en un plazo de cinco años, ya que las probabilidades de exportar productos de valor agregado derivados de la palma se reducen.

En el caso de Perú, existe el Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Palma Aceitera de la Junta Nacional de Productores de Aceite de Palma (Junpalma), en el cual se compromete a mantener una producción sostenible y libre de deforestación, en asociación con el gobierno local y en colaboración con las comunidades de la región amazónica (Junpalma, 2017b).

Análisis microentorno

Sector de la palma aceitera en el mundo y América Latina. El aceite de palma es el principal aceite oleaginoso del mundo en términos de producción, al haber incrementado su volumen de producción de 41 millones de toneladas en la temporada 2007/08 a más de 76 millones de toneladas en la temporada 2018/19. Los principales motores de crecimiento son la alta productividad de la palma oleaginosa y el desarrollo de aplicaciones (Pacific Credit Rating, 2019).

Los principales países exportadores son Indonesia (57 %), Malasia (27 %) y Tailandia (4 %), los cuales contribuyen con más del 88 % de la oferta mundial (Index Mundi, 2019). A nivel de Sudamérica, los países con mayor cultivo de palma son Colombia, Ecuador y Brasil,

con una participación en conjunto de 4 % de la superficie a nivel mundial, lo que equivale a un total aproximado de 542,000 hectáreas (Ministerio de Agricultura y Riego [Minagri], 2019). En el 2019, los países importadores estuvieron más diversificados. En efecto, el 63 % de las importaciones corresponden a países en desarrollo y la Unión Europea (Index Mundi, 2019).

Se produjo una fuerte reducción de los precios en el primer cuarto de 2020, que se mantuvo en el punto más bajo durante abril y mayo. Naturalmente, se observa un decrecimiento de 40 % de enero a mayo, pasando de USD 740 a USD 464. A partir de junio, se observa una recuperación sostenida y el precio a mediados de noviembre se ubicaba en USD 827, superior al precio inicial de 2020 (ver Apéndice C).

En el Apéndice D, se podrán observar variaciones de los volúmenes a lo largo de 2020. Efectivamente, entre abril y mayo, meses críticos de la pandemia, se observa una reducción en el volumen tranzado de más de 60 %. La disminución en el consumo de aceite de palma se relaciona con la industria alimentaria y hotelera en mercados clave. La venta mundial se redujo de 5.9 a 2.1 millones de toneladas de marzo a abril de 2020. Así mismo, al cierre de octubre de 2020, se observaba una recuperación de 70 % con 3.7 millones de toneladas.

En conclusión, los precios de aceite crudo de palma se han recuperado tras los primeros meses de la pandemia; sin embargo, los volúmenes no. El motivo para no alcanzar los volúmenes previos a la pandemia de COVID-19 es una contracción de la oferta debido a los climas desfavorables en Sudamérica junto con escasez de mano de obra en Malasia (Trading Economics, 2020).

Sector de la palma aceitera en el país. Las principales zonas de producción son San Martín, con el 46 % (114,703 toneladas); Ucayali, con el 36 % (88,501 toneladas); Loreto, con el 15 % (36,839 toneladas) y Huánuco, con un 4% (9,014 toneladas). Además, gracias a la biodiversidad y a las condiciones climática, existe potencial para el cultivo en zonas como

Madre de Dios y Junín (“Producción de aceite de palma genera US\$ 175 millones al año en el país”, 2018). No obstante, la pandemia ha generado una caída de los precios en el aceite de palma y reducción de mercados internos y externos, lo que ha ocasionado pérdidas por S/ 70 millones entre los palmicultores de la Amazonía (“Palmicultores pierden S/ 70 millones en producción de fruto y aceite de palma”, 2020).

Por otro lado, el mercado obligatorio para los biocombustibles fue creado a partir de dos decretos supremos (2005/2007), y estableció la comercialización de Diésel N°2 mezclado con un porcentaje de biodiésel, pero la demanda nacional de biodiesel es abastecida totalmente por importaciones. El motivo radica en que los precios del biodiésel importado a base de soya son menores que el precio del biodiésel nacional elaborado a base de palma aceitera. Existe evidencia de que la distorsión se debe a las presuntas prácticas de subvenciones en las exportaciones al Perú de biodiésel originario de Argentina (Minagri, 2019).

Las normas iniciales en la primera década de 2000 motivaron las inversiones de palma aceitera, tanto grandes como pequeñas, y han sido uno de los principales factores de crecimiento en la industria. Por ejemplo, Grupo Palmas construyó una fábrica de biodiésel en Tocache; otros inversionistas también invirtieron en plantas de biodiésel; los pequeños productores ampliaron sus plantaciones e invirtieron en plantas procesadoras de aceite crudo. Sin embargo, en la práctica, los objetivos de la Ley de Biocombustibles no fueron alcanzados, ya que aún se ha venido importando casi el íntegro del biodiésel en el país (Fort & Borasino Deústua, 2016).

Durante inicios de la crisis de la COVID-19, se tuvo un fuerte impacto en la industria de la palma aceitera en el Perú. En el mes de abril, no se logró descargar el 25 % de la producción nacional y en mayo se canceló todo tipo de descarga. El motivo es que los principales compradores como Alicorp, líder del mercado en consumo masivo, enfrentaban

una reducción en la demanda de restaurantes y en las categorías de aceites, mantecas y margarinas. Además, debido a medidas de bioseguridad exigidas por ley, se originó una disminución de productividad por la reducción de personal. Por ello, la capacidad de almacenamiento y la frecuencia de atención de las cisternas de aceite crudo de palma se vio afectada por una caída en la demanda (“Palmicultores pierden S/ 70 millones en producción de fruto y aceite de palma”, 2020).

Grupo Palmas es líder en el cultivo y producción sostenible de palma aceitera y cacao en Perú, con dos operaciones, ubicadas en las provincias de Tocache (San Martín) y Yurimaguas (Loreto). Busca la máxima productividad, a través de la eficiencia operativa e innovación atendiendo al mercado nacional e internacional. La empresa cuenta con 26,000 hectáreas de palma y 1,200 hectáreas de cacao, y alcanza una capacidad de extracción de 140 toneladas por hora.

Cinco fuerzas de Porter.

Poder de negociación con los clientes. Las ventas se encuentran diversificadas entre clientes industriales y distribuidores de consumo masivo. Entre los principales clientes industriales destacan Alicorp, Mondelez, Pasternak Baum and Co, Nestlé, Camilo Ferrón Chile y Almacenes de la Selva. Al cierre de 2019, Alicorp y Mondelez representaban el 41 % del volumen de sus ventas industriales⁵. La mayoría de los clientes industriales dependen del Grupo Palmas al ser el único proveedor con capacidad de brindar productos con características específicas según el requerimiento de cada cliente (planta de grasas especiales). Por lo tanto, el poder de negociación con los clientes industriales es medio-alto.

En cuanto a consumo masivo, la participación de los clientes se encuentra más equilibrada. Existe un mayor número de clientes con una participación menor. Asimismo, productos finales como el aceite se comportan como un *commodity* y son fácilmente

⁵ Análisis de volumen de ventas 2019: File “CD por cliente” (Grupo Palmas, comunicación personal, 2020).

reemplazables. Los beneficios que poseen las marcas del Grupo Palmas son su liderazgo en costos y alta participación en el Oriente⁶. Sin embargo, a nivel nacional compiten con Alicorp, líder en aceites y jabones⁷. Por ello, su poder de negociación con estos clientes es medio-bajo.

Poder de negociación con los proveedores. En el rubro del aceite de palma, el suministro de la materia prima conocida como racimo de fruto fresco (RFF) es crucial. Debido al alto nivel de integración de su cadena de suministro, el Grupo Palmas no mantiene una dependencia fuerte de sus proveedores. En el caso del procesamiento del RFF, sólo un 10 % del total de fruto procesado es de diversas asociaciones y pequeños gremios de agricultores. Por ende, el poder de negociación con estos proveedores es bastante alto, pero cabe resaltar que se desea incrementar a 30 % como parte de su crecimiento responsable.

Por el lado de los proveedores de servicios logísticos, Grupo Palmas por política trabaja con empresas del Grupo Romero como Ransa. Naturalmente, la empresa cuenta con poco poder de negociación con este tipo de proveedores debido al reducido margen de maniobra para evaluar proveedores externos al grupo.

Amenaza de nuevos competidores. El Grupo Palmas centraliza aproximadamente entre el 25 % y 30 % de la producción nacional de palma aceitera. Actualmente, el rendimiento por hectárea de sus cultivos es una de sus principales ventajas competitivas frente a las empresas extractoras con mucho más tiempo en la industria del aceite como Indupalsa (6 toneladas/ha), Olamsa (entre 10 toneladas/ha - 24 toneladas/ha) y Olpesa (entre 6 toneladas/ha - 10/toneladas/ha) (Pacific Credit Rating, 2019). El diferencial de rendimiento por hectárea está asociado a la rentabilidad y es uno de los factores más importantes que retrasa el ingreso de nuevos competidores a la industria. Por otro lado, también se tiene como

⁶ De acuerdo con Grupo Palmas (2020b), la participación en el oriente por categoría es la siguiente: Manteca Manpan, 98 %; Jabones Popeye, 53 %; Aceite Palmerola, 49.8 %.

⁷ Alicorp lidera las categorías de aceites con las marcas Primor y Cocinero (65 %) (Ipsos Perú, 2017a) y jabones con Bolívar (93 %) (Ipsos Perú, 2017b).

una barrera de ingreso el alto costo de inversión referente a una planta de extracción y refinación.

Amenaza de productos sustitutos. El aceite de palma es el aceite vegetal más usado en el mundo y está presente en 50% de todos los productos de consumo (Swain, 2020). La popularidad del aceite de palma se debe al alto rendimiento de producción de aceite que genera cada hectárea. Mientras el rendimiento de toneladas por hectárea del aceite de soya, girasol y de canola es 0,38, 0,48 y 0,67, respectivamente, el de palma llega a más de 3,7 (Orangutan Alliance, 2020). Por ello, el factor precio mitiga en gran parte la amenaza de bienes sustitutos para el aceite de palma, que resulta la opción más económica para atender una demanda creciente de aceites naturales.

Rivalidad entre competidores. Para el análisis de la rivalidad entre competidores, se evaluó cada negocio. En materias primas, la rivalidad es alta por el poco grado de diferenciación entre los productos (CPO⁸ & PKO⁹) y el alto número de competidores a nivel nacional (Weinberger, 2009). En el ámbito de productos industriales, la competencia se reduce al ser Grupo Palmas el único que cuenta con una planta de grasas especiales que le otorga un valor agregado a sus productos refinados.

Respecto de los productos de consumo masivo, el Grupo Palmas cuenta con tres principales categorías: aceites vegetales, jabones y mantecas. En la categoría de aceites, que son productos de frecuencia de compra alta, existe un cuasi monopolio por parte de Alicorp. Dicho competidor posee un 65 % del mercado con sus cuatro marcas. Mientras tanto, Grupo Palmas con sus marcas Tondero y Deleite representa un 8 % del mercado. Así mismo, la lealtad a las marcas en dicha categoría es baja, ya que el 52 % de los usuarios la cambiarían. (Ipsos Perú, 2017a).

⁸ Aceite crudo de palma (*crude palm oil*)

⁹ Aceite crudo de palmiste (*palm kernel oil*)

En la categoría de jabones, se observa un comportamiento similar al de aceites. La marca Bolívar de Alicorp está posicionada como líder del mercado con un 82 % de preferencia por los usuarios. Mientras tanto, las marcas del Grupo Palmas como Popeye, San Isidro y Spa no superan el 1 % (Ipsos Perú, 2017b). Por ello, se observa un alto nivel de rivalidad en consumo masivo y es relevante dado que esta línea de negocio representa el 47% de sus ventas¹⁰.

Conclusiones del análisis externo

La industria de palma aceitera se ha incrementado ampliamente debido al alto rendimiento del fruto y a su protagonismo dentro de la fabricación de bienes de consumo a nivel global. Se prevé un aumento en la demanda al estar relacionada con el incremento poblacional, el cual se estima que alcance los 8,500 millones para el 2030 (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015).

La producción del fruto ha sido cuestionada por su impacto negativo socioambiental y, por ello, varias multinacionales analizan cómo reemplazar este insumo. Sin embargo, Grupo Palmas posee una política de sostenibilidad sólida que le permite diferenciarse del resto y ofrecer una mejor trazabilidad a sus clientes. Asimismo, se encuentra en proceso la obtención de la certificación de la Mesa Redonda de Aceite de Palma Sostenible (RSPO, por sus siglas en inglés).

El sector agroindustrial se considera atractivo por el reducido número de competidores y las fuertes barreras de ingreso ante la necesidad de inversiones altas en activos. Por otro lado, el negocio de consumo masivo resulta más retador al tener a un competidor líder como Alicorp y por las dificultades para lograr mayor penetración de productos a nivel nacional.

¹⁰ Ventas históricas de Grupo Palmas en 2019.

Análisis interno

Presentación de la empresa

Descripción. La empresa por analizar en el proyecto de investigación es Grupo Palmas, líder en el cultivo y producción de palma aceitera y cacao. Sus 40 años de experiencia la han convertido en uno de los grupos más relevantes en el sector agroindustrial del mercado peruano. Grupo Palmas busca la máxima productividad a través de la eficiencia operativa e innovación. Actualmente, su operación se encuentra integrada verticalmente desde el campo hasta la industria y transforma la materia prima obtenida en productos de valor agregado y alta calidad para consumo masivo, la industria de alimentos y biodiésel (Grupo Palmas, 2020a).

Historia. En 1979, Grupo Palmas se fundó en Palmawasi¹¹, departamento de San Martín. El Perú cumplía una década de dictadura, con una economía cerrada y cuyas reformas habían impactado la producción agraria y limitado las importaciones del país. Bajo ese escenario, el Grupo Romero decidió invertir en una región olvidada, peligrosa y en extrema pobreza con el fin de crear una oportunidad para la agricultura y la industria. Desde el punto de vista estratégico, se apostó por un abastecimiento nacional de aceite vegetal y por un cultivo oleaginoso de mayor rendimiento¹² (Grupo Romero, 2009).

Palmas del Espino empezó con la adjudicación de un terreno de dieciséis mil hectáreas en Uchiza y con la siembra de seiscientas hectáreas. Entre 1979 y 1992, se tuvo un inicio perseverante por las dificultades operativas presentadas, y por los inconvenientes con el narcotráfico y terrorismo. A finales de 2004, ya se contaba con más de cinco mil hectáreas sembradas y se optó por la inversión en Industrias del Espino para la refinación de aceites y mantecas y la producción de jabones. El crecimiento industrial permitió el desarrollo de sus

¹¹ Palmawasi se encuentra en el distrito de Uchiza, provincia de Tocache, departamento de San Martín.

¹² La palma aceitera produce hasta 6,000 kg de aceite por hectárea y su fruto produce más de 24 % de aceite.

primeras marcas: Palmerola y Tropical. Así mismo, se dio paso a nuevas marcas para salir del oriente: Tondero, Spa y Popeye.

Gracias a la reactivación económica, Grupo Palmas pudo desarrollar nuevos mercados en el norte, en Lima y en el sur con empresas importantes como Nestlé, Kraft/Nabisco y Pepsico. Además, durante la década de 2000, se optó por proyectos de innovación. Se adicionó el uso de isotanques en el transporte y se implementó una planta para tratamiento de aguas residuales. Siguiendo el camino innovador, nació el Proyecto José Carlos Mariátegui. De esta manera, mediante un financiamiento de un millón de dólares, se ayudó a 55 agricultores vecinos a dejar el cultivo de coca¹³ y cultivar palma aceitera, la cual también ayudaría a incrementar la producción de aceite.

Entre 2005 y 2013, se continuó con el crecimiento con Palmas del Oriente y Palmas del Shanusi. La plantación de diez mil hectáreas en Shanusi resultó ideal por su cercanía a la Interoceánica. En tres años, Palmas del Shanusi ya contaba con un moderno campamento y con más de cuatro mil hectáreas sembradas. Por otro lado, se incursionó en la siembra de cacao con altos niveles de productividad para incrementar la oferta de exportación. En diciembre de 2008, se construyó una nueva planta extractora en Nuevo Horizonte, a 40 km de Palmawasi. En 2010, Palmawasi ya contaba con doce mil hectáreas sembradas, las cuáles producían más de 180,000 toneladas.

Con 40 años en el mercado y con más de veinticinco mil hectáreas sembradas, Grupo Palmas busca definir su oferta de *push a pull*. Actualmente, mantiene una mayor preocupación por su sostenibilidad y posee sus cadenas productivas integradas en su totalidad. De esta manera, se buscan nuevos mercados a nivel nacional e internacional con la innovación de productos y procesos. Como parte de ello, se adquirió Industrias de Grasas y

¹³ Para 2010, dichos agricultores ya habían producido 11,600 toneladas de fruto e ingresos por USD 1,450 millones de dólares.

Aceites (Igasa) a fines de 2018. Dicha empresa cuenta con más de 15 años de experiencia en el procesamiento de aceites y mantecas, y su adquisición ayudaba a fortalecer su presencia en la costa y con mayor presencia a nivel nacional en el consumo masivo.

Sedes y subsidiarias. Grupo Palmas posee como casa matriz a Palmas del Espino y seis subsidiarias que funcionan en sus sedes de Palmawasi, Shanusi y Lima. Las plantaciones se encuentran en el oriente, y el aceite es extraído en cada sede y finalmente todo su volumen se refina en Palmawasi. En Lima, se encuentran las sedes administrativas y una refinadora adquirida recientemente. A continuación, en la Figura 1, se presenta la estructura organizacional de la empresa.

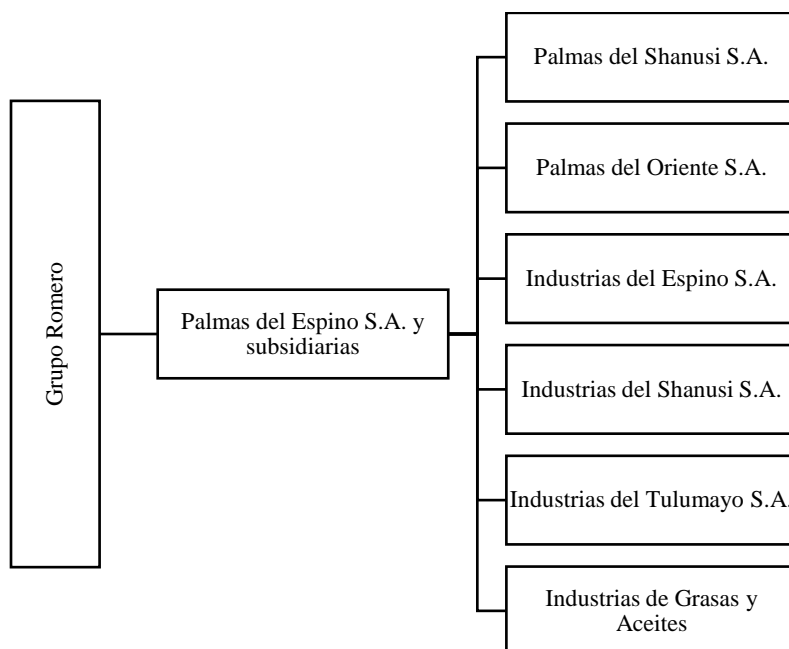


Figura 1. Estructura organizacional. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Asimismo, en la Tabla 1, se puede observar la descripción de las actividades de las subsidiarias.

Tabla 1

Descripción de actividades de subsidiarias

| Razón social | Principal actividad | Ubicación |
|--|--|-----------------------|
| Palmas del Espino S.A. | Compañía matriz Producción agrícola <ul style="list-style-type: none"> • Siembra, cosecha y producción del fruto fresco de palma (13,000 ha) y cacao (205 ha) | Palmawasi, San Martín |
| Industrias del Espino S.A. | Dos plantas extractoras y una refinería <ul style="list-style-type: none"> • Transforma el racimo de frutos frescos (RFF) en aceites y grasas. • Industrializa, envasa y comercializa jabones de tocador y lavar. • Almacena, distribuye y comercializa biodiésel (B100). | Palmawasi, San Martín |
| Palmas del Shanusi S.A. | Producción agrícola <ul style="list-style-type: none"> • Siembra, cosecha y produce el fruto fresco de palma (10,000 ha) y cacao (997 ha). | Shanusi, Loreto |
| Palmas del Oriente S.A. | Producción agrícola <ul style="list-style-type: none"> • Siembra, cosecha y produce el fruto fresco de palma (2,300 ha). | Shanusi, Loreto |
| Industrias del Shanusi S.A. | Una planta extractora <ul style="list-style-type: none"> • Se ocupa de la industrialización de palma aceitera. | Shanusi, Loreto |
| Industrias del Tulumayo S.A. | En proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Se encargará de la elaboración de aceites y grasas | Pucallpa, Ucayali |
| Industrias de Grasas y Aceites S.A. | Una refinería <ul style="list-style-type: none"> • Produce y comercializa aceites comestibles, mantecas y jabones. | Lima |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Organigrama. A continuación, en la Figura 2, se presenta el organigrama de la empresa.

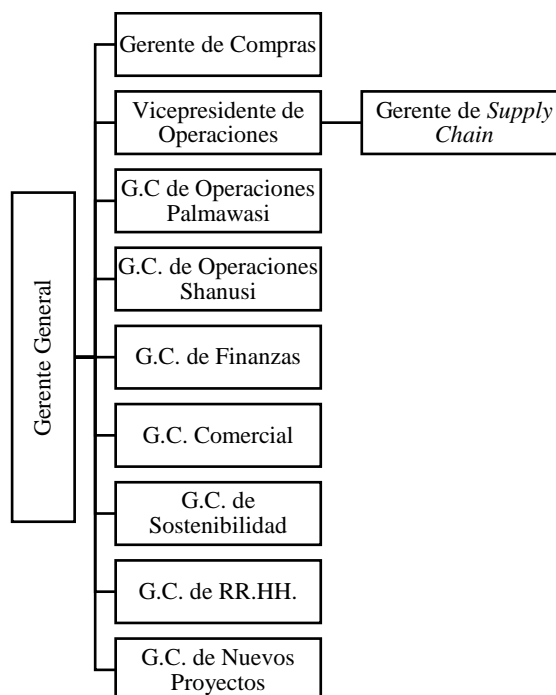


Figura 2. Organigrama del Grupo Palmas. Tomado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Productos. Los productos de Grupo Palmas se clasifican en materias primas, refinados y cacao. Dentro de las materias primas, se encuentran el aceite crudo de palma y el aceite crudo de palmiste, ambos extraídos del fruto de la palma aceitera. Seguidamente, los refinados se clasifican en tres negocios: productos industriales, consumo masivo y biodiésel.

Los productos industriales se dividen en graneles industriales, productos terminados, torta de palmiste, ácidos grasos y glicerol. Los graneles industriales están compuestos por los derivados del aceite refinado de palma (RBD) y aceite refinado de palmiste (RBDK); gran parte de ellos son distribuidos en isotanques. Seguidamente, entre los productos terminados, se encuentran las mismas grasas, aceites y mantecas que son distribuidos envasados. Cabe resaltar que, dentro de los productos industriales, también figuran algunas marcas del consumo masivo (Palmerola, Tropical, etc.), pero en presentaciones de mayor contenido. En consumo masivo se cuenta con tres familias de productos: aceites, mantecas y jabones representadas por siete marcas¹⁴ A continuación, en la Figura 3, se presenta la familia de productos del Grupo Palmas.

¹⁴ No se consideran las marcas de productos finales de la empresa Igasa.

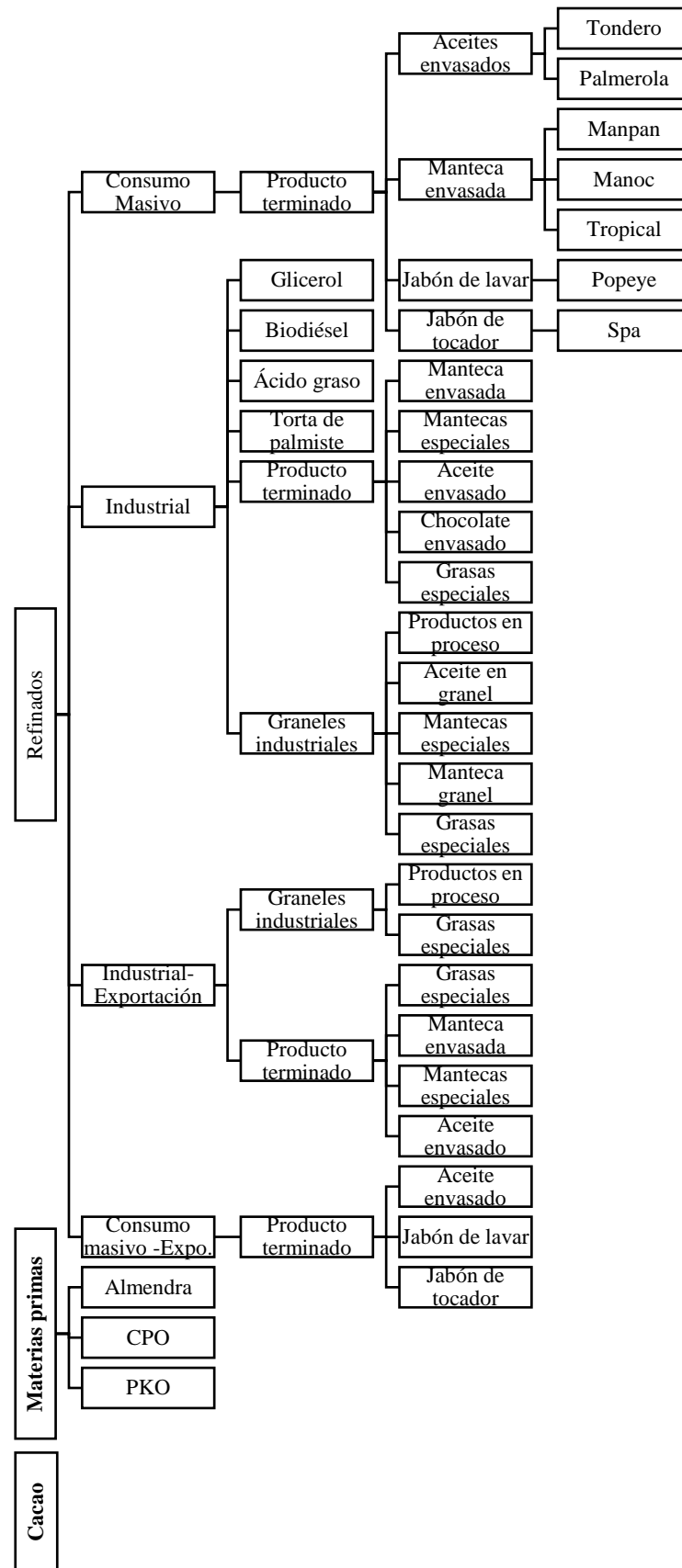


Figura 3. Familia de productos del Grupo Palmas. Tomado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Análisis estratégico

Análisis FODA. A continuación, en la Tabla 2, se presenta el análisis fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (FODA) cruzado de la empresa.

Tabla 2

FODA cruzado (estrategias)

| | | | Fortalezas | | Debilidades | |
|----------------------|----|---|---|---|--|--|
| | | F1 | 40 años de experiencia en el sector agroindustrial | D1 | Red de distribución en desarrollo para consumo masivo | |
| | | F2 | Solidez financiera del Grupo económico al que pertenece | | | |
| | | F3 | Presencia en mercado nacional y liderazgo de marcas en el oriente | D2 | Largos tiempos de entrega | |
| | | F4 | Primera empresa peruana con una Política de Sostenibilidad en el sector Integrante del RSPO | D3 | Concentración de operaciones en la selva que limita el acceso a mercados nacional e internacionales | |
| | | F5 | Líder: entre el 25 % y el 30 % de la producción nacional del cultivo de la palma | D4 | Dependencia de toda la cadena a una sola materia prima (RFF) | |
| | | F6 | Alto rendimiento del cultivo y del fruto | | | |
| | | F7 | Producción integrada: del campo a la industria. Búsqueda de calidad y eficiencia. | D5 | Producción <i>push</i> : El exceso de materia prima depende del RFF y dificulta la planificación de la producción total. | |
| | | F8 | I&D + planta de grasas especiales | D6 | Incremento de costo de ventas y reducción de margen operativo | |
| | | F9 | Portafolio diversificado | D7 | Baja capacidad de almacenamiento en Palmawasi | |
| | | F10 | Liderazgo de costos por economías de escala | D8 | Altos costes de transporte y almacenamiento a nivel nacional | |
| Oportunidades | O1 | Incremento de consumo de aceite de palma | F4 | Ofrecer productos sostenibles, seguros y con un elevado nivel de trazabilidad | D4 | Ingresar a nuevos mercados para entregar excedentes de materia prima |
| | O2 | Nuevos mercados internacionales en crecimiento | O6 | | D5 | |
| | O3 | Descentralización de economía peruana | F7 | Brindar portafolio diversificado mediante la innovación de procesos y productos para satisfacer las necesidades del cliente | D1 | Buscar un nuevo <i>hub</i> que permita ser más flexible con los despachos en provincia |
| | O4 | Tecnologías en cultivos: agricultura de precisión | F6 | | D2 | |
| | O5 | Caída del PBI que genera la búsqueda de productos más económicos | O4 | | O1 | |
| | O6 | Búsqueda del consumidor de marcas socialmente responsables | F7 | Mantener estrategia de liderazgo en costos para satisfacer la demanda | O3 | |
| Amenazas | A1 | Reducción de precio de CPO | F10 | | D3 | Evaluar nuevas ubicaciones estratégicas de los centros de distribución en provincias |
| | A2 | Ataques de plagas y enfermedades | F10 | | D8 | |
| | A3 | Escasez de mano de obra en el oriente | O5 | | O3 | |
| | A4 | Oligopolio en la categoría de aceites y jabones. Reducido porcentaje de <i>market share</i> | F3 | Comunicar efectivamente las políticas de sostenibilidad para fortalecer su ventaja competitiva | D4 | Desarrollar nuevas líneas de productos con diferentes materias primas |
| | A5 | Impacto medioambiental negativo del sector por la deforestación | A5 | | A4 | |
| | | F8 | Incrementar porcentaje de <i>market share</i> con productos más económicos e innovadores | D5 | Redefinir la cadena de suministro para generar eficiencias y ofrecer precios más competitivos | |
| | | F9 | | D6 | | |
| | | F10 | | A4 | | |
| | | A4 | | | | |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Misión. La misión de Grupo Palmas es la siguiente: “Existimos no solo para producir aceites, cultivamos desarrollo sostenible para transformar vidas”.

Visión. La visión de Grupo Palmas es la siguiente: “Al 2022 ser reconocidos por nuestro liderazgo en el desarrollo agroindustrial sostenible, que convierte la palma y el cacao en fuentes de alimentación y bienestar para los peruanos”.

Objetivos estratégicos.

- Liderar el desarrollo de cadenas productivas ubicando al agricultor en el centro de las decisiones de la empresa.
- Mantener sostenibilidad para asegurar la trazabilidad y producción responsable.
- Desarrollar operaciones con enfoque en los pilares de competitividad, eficiencia, productividad y calidad.
- Refino 100:
 - **B2B:** Invertir en investigación y desarrollo para incrementar clientes y abrir mercados, mediante el lanzamiento de nuevos productos.
 - **B2C:** Ampliar la distribución a nivel nacional, innovar con productos de mayor valor agregado e incrementar el portafolio.

Estrategia corporativa.

- **Integración vertical:** la cadena integrada desde el campo hasta la industria le permite a Grupo Palmas aprovechar las sinergias generadas.
- **Industrialización del fruto de palma:** le permite a la empresa reducir el riesgo por estacionalidad de la cosecha, optimizar el consumo de materia prima y disminuir las mermas generadas.

Ventaja competitiva. La ventaja competitiva del Grupo Palmas se basa en cuatro pilares: (a) política de sostenibilidad, (b) economías de escala, (c) aprovechamiento de sinergias y (d) amplio portafolio de productos.

Política de sostenibilidad. Grupo Palmas está comprometido en la producción responsable y sostenible de palma y cacao, y se rige a todos los procesos de sus líneas de negocio, incluyendo a sus proveedores. Mediante ella, se compromete con la reducción de deforestación y desarrollo sostenible de las plantaciones, mejores prácticas en sus procesos, cumplimiento de las leyes aplicables, el respeto por sus trabajadores, la inclusión de pequeños productos dentro de la cadena de suministro, el respeto a las comunidades, y el diálogo transparente con sus grupos de interés. De esta manera, ofrece a sus clientes y consumidores finales insumos y productos terminados que son totalmente trazables.

Economías de escala. Grupo Palmas cuenta con el 30 % de la producción nacional y con activos que le permite extraer y transformar grandes volúmenes de aceite frente a sus competidores. Por ello, es más eficiente y ofrece un precio más competitivo de sus refinados.

Aprovechamiento de sinergias. Seguir una integración vertical le permite a la empresa reducir los tiempos de espera a lo largo de la cadena de suministro y disminuir los costos logísticos. Así mismo, evita depender de terceros para el abastecimiento de la materia prima.

Amplio portafolio de productos. La gran ventaja de Grupo Palmas al mantener toda la integración es que puede ajustar los productos, según las necesidades del cliente, sobre todo los aceites y grasas que se utilizan en diferente composición para cada producto. Así mismo, al contar con un área de innovación y desarrollo, puede ampliar el número de productos.

Las ventajas competitivas expuestas son el resultado de una fuerte aplicación de estrategias corporativas. Se hallaron dos principios de gestión identificados por Kaplan y Norton (2008). Grupo Palmas busca transmitir su estrategia de industrialización en sus operaciones para incrementar su fabricación de productos terminados. Seguidamente, alinea la organización a la estrategia por medio de acciones definidas como la compra de Igasa y desarrollo de procesos sostenibles.

Cadena de valor. A continuación, en la Figura 4, se presenta la cadena de valor de la empresa.

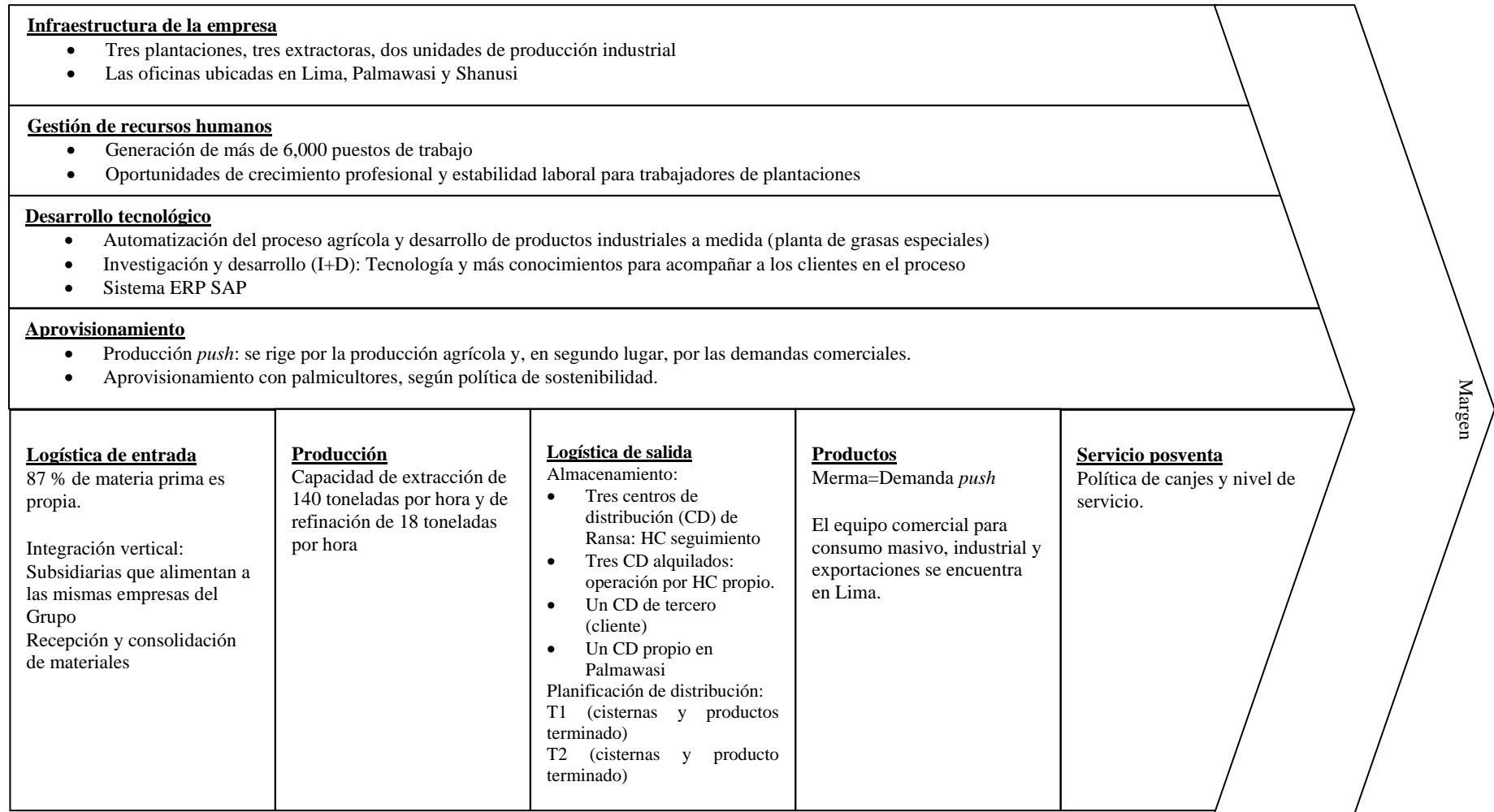


Figura 4. Cadena de valor de la empresa. Tomado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Modelo de negocio. A continuación, en la Tabla 3, se presenta el modelo Canvas de negocio del Grupo Palmas.

Tabla 3

Modelo Canvas de Grupo Palmas

| Aliados clave | Actividades clave | Propuesta de valor | Relación con el cliente | Segmentos de clientes |
|--|--|---|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> El grupo económico Romero, que permite reducir riesgos y da solidez financiera Las asociaciones de palmicultores, que son alianzas estratégicas que garantizan la continuidad del negocio (Proyecto José Carlos Mariátegui) Transportistas primarios y secundarios Operadores logísticos (Ransa, parte del mismo grupo económico) | <ul style="list-style-type: none"> Integración de toda su cadena de suministro Desarrollo y mantenimiento de infraestructura Automatización e industrialización de la cosecha del fruto de palma Elaboración de productos derivados de la palma aceitera | <ul style="list-style-type: none"> Valor cuantitativo: se ofrece el mismo valor que otros aceites, pero a un precio inferior para satisfacer necesidades del mercado. Valor cualitativo: se procesa el aceite de palma de manera responsable, social y medioambiental a través de una agricultura sostenible. Desarrollo de cadenas productivas e integradas que permitan un crecimiento sostenible con los agricultores Búsqueda de certificaciones globales de sostenibilidad para cumplir con los requisitos de los altos estándares del mercado internacional | <p>Estrategia de retención de clientes</p> <p>Relación indirecta con los clientes finales</p> <hr/> <p>Canales</p> <p>Contratos y acuerdos comerciales</p> <p>Equipos comerciales propios</p> <p>Tipo de canal propio y directo</p> <p>Distribución: ocho CD: dos para atender la zona norte; uno, para la zona sur; uno, para Lima; y cuatro para atender la zona oriente (selva)</p> | <p>B2B: Nicho de mercado</p> <ul style="list-style-type: none"> Empresas industriales de alimentos Relación proveedor cliente Sus canales de distribución se adaptan a los requisitos específicos de una fracción de mercado. <p><u>B2C: Mercado de masas</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Se centran en un gran número de clientes con necesidades y problemas similares. Productos de alta penetración de mercado Niveles socioeconómicos (NSE) C y D – principalmente, provincias |
| Recursos clave | | | | |
| <p>Físicos: Infraestructura: tres extractoras, dos refinadoras, dos unidades de productos industriales y tres plantaciones</p> <p>Recursos humanos: Mano de obra.</p> | | | | |
| Estructura de costes | | Estructura de ingresos | | |
| <p>Según costes: integración vertical que permite reducir los costos en toda la cadena de suministro</p> <p>Costes fijos: elevado porcentaje de costes fijos, mano de obra y estructura</p> <p>Economías de escala: producción en crecimiento para reducir el coste medio por unidad</p> | | <p>Venta de activos: productos de consumo masivo, industriales y de exportación (productos terminados)</p> <p>Lista de precios de productos industriales a granel (aceite de palma y palmiste) dinámica en función de oferta y demanda (<i>commodity</i>)</p> <p>Condiciones de pagos favorables a clientes distribuidores</p> <p>Negociación con clientes distribuidores por volumen</p> | | |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Aspecto económico. Las ventas de Grupo Palmas se han venido incrementando; sin embargo, el costo de ventas creció en una proporción mayor en 2018 y 2019. A partir de 2017, la empresa inició una estrategia orientada en reducir la venta de materias primas e incrementar la venta de productos con mayor valor agregado (Pacific Credit Rating, 2019). Coincidentemente, se observa que ese mismo año le costó incrementar sus ventas y logró un aumento de 0,3 % (ver Tabla 4).

Tabla 4

Resultados 2014 – 2019

| Indicadores | Dic-14 | Dic-15 | Dic-16 | Dic-17 | Dic-18 | Dic-19 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Ventas (en miles de soles) | 422.1 | 461.9 | 554.1 | 555.9 | 561.7 | 643.3 |
| Costo de ventas (en miles de soles) | 220.6 | 290.5 | 338.3 | 333.9 | 406.9 | 479.8 |
| Gastos operativos (en miles de soles) | 125.3 | 140.6 | 157.8 | 143.3 | 106.1 | 123.8 |
| Variación ventas (%) | | 9.4 | 20.0 | 0.3 | 1.1 | 14.5 |
| Variación costo de ventas (%) | | 31.6 | 16.5 | -1.3 | 21.9 | 17.9 |
| Variación gastos operativos (%) | | 12.3 | 12.2 | -9.2 | -25.9 | 16.6 |

Nota: Adaptado de “Palmas del Espino y Subsidiarias”, por Pacific Credit Rating, 2019. Lima, Perú: Autor.

En 2018, los resultados fueron más ácidos, ya que el costo de ventas aumentó en 21.9 %, mientras que las ventas sólo lo hicieron en 1.1 %. El principal motivo de reducción del margen bruto fue el incremento de un mayor costo de elaboración de los productos de mayor valor agregado, el aumento de gastos de fabricación, la depreciación, y la mano de obra directa e indirecta. Asimismo, cayeron los precios de los graneles industriales y materias primas (Pacific Credit Rating, 2019). Cabe resaltar que existió un fuerte incremento en los gastos operativos debido al aumento de gastos de ventas y distribución, y los gastos administrativos, y una caída en los otros ingresos operacionales por la absorción de Igasa.

En la Figura 5, se observa una tendencia negativa de los márgenes de rentabilidad desde el año 2017, en que resalta un margen neto negativo en 2019¹⁵. La caída del resultado neto de 2018 y 2019 está fuertemente influenciada por una reducción importante en el margen bruto. Además, se observa que existe una diferencia considerable entre el margen operativo (EBIT) y el EBITDA, originada por altos gastos de depreciación y amortización, muy común en empresas industriales de gran tamaño.

¹⁵ Cifras proyectadas al cierre de setiembre de 2019

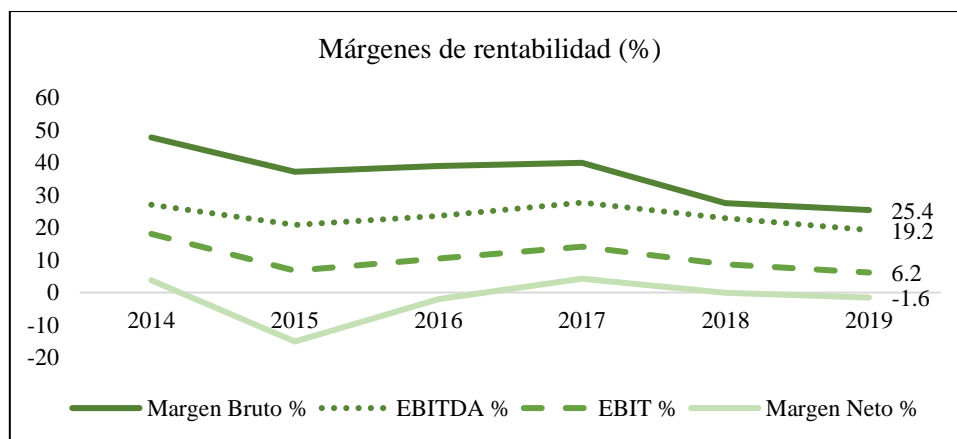


Figura 5. Márgenes de rentabilidad 2014-2019. Adaptado de “Palmas del Espino y Subsidiarias”, por Pacific Credit Rating, 2019. Lima, Perú: Autor.

Grupo Palmas incrementó sus volúmenes de venta en alrededor de 200 millones de soles durante los últimos cinco años, pero sacrificó su rentabilidad a partir de 2017 como parte del aprendizaje en el mercado de consumo masivo. Así, hubo un decrecimiento en la utilidad bruta de 2019 aún más baja que cuando existía una orientación a las materias primas (ver Figura 6).

En conclusión, una manera de mejorar la utilidad neta es centrarse en la reducción de gastos operativos, debido a que en los dos últimos años se vienen reduciendo los gastos financieros debido a una reducción de su nivel de deuda. Naturalmente, existe un reto en mejorar los costos de producción y buscar mayores eficiencias en los gastos operacionales, donde parte de la responsabilidad recae sobre la gestión de la cadena de suministro.

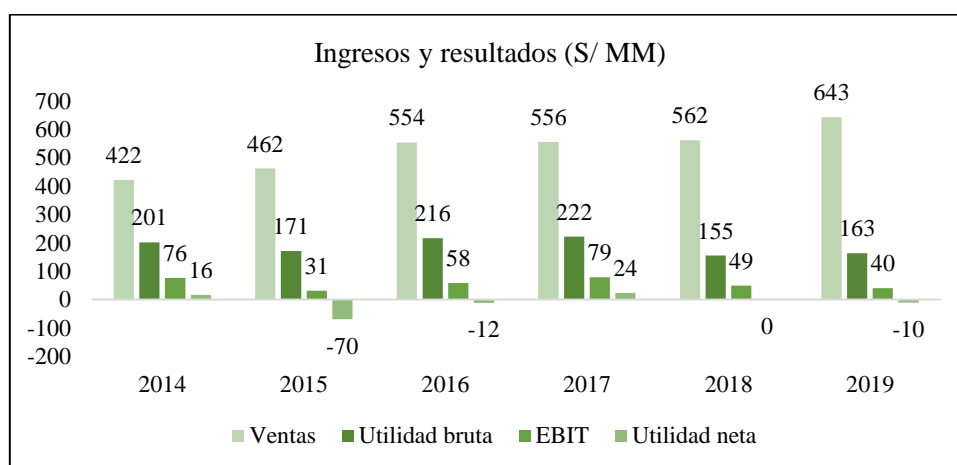


Figura 6. Ingresos y resultados 2014-2019. Adaptado de “Palmas del Espino y Subsidiarias”, por Pacific Credit Rating, 2019. Lima, Perú: Autor.

Análisis de la cadena de suministro

Situación actual

La logística del Grupos Palmas es dirigida por la Gerencia de *Supply Chain*, la cual reporta directamente a la Gerencia General y engloba las áreas de Compras, Almacenes y Distribución, y Planeamiento de Oferta y Demanda.

Misión

“Ser eficientes en la gestión de costos a lo largo de la cadena ofreciendo un nivel de servicio diferenciado y con productos de alta calidad llegando a los canales a través de una distribución a nivel nacional”.

Visión

“Ser reconocidos como líderes en la producción sostenible de aceite de palma transformando productos de valor agregado para nuestros clientes y consumidores”.

Organigrama

Más adelante, en la Figura 7 se presenta el organigrama de Supply Chain del Grupo Palmas.

Cadena de suministro

Más adelante, en la Figura 8, se puede observar la cadena de suministro del Grupo Palmas.

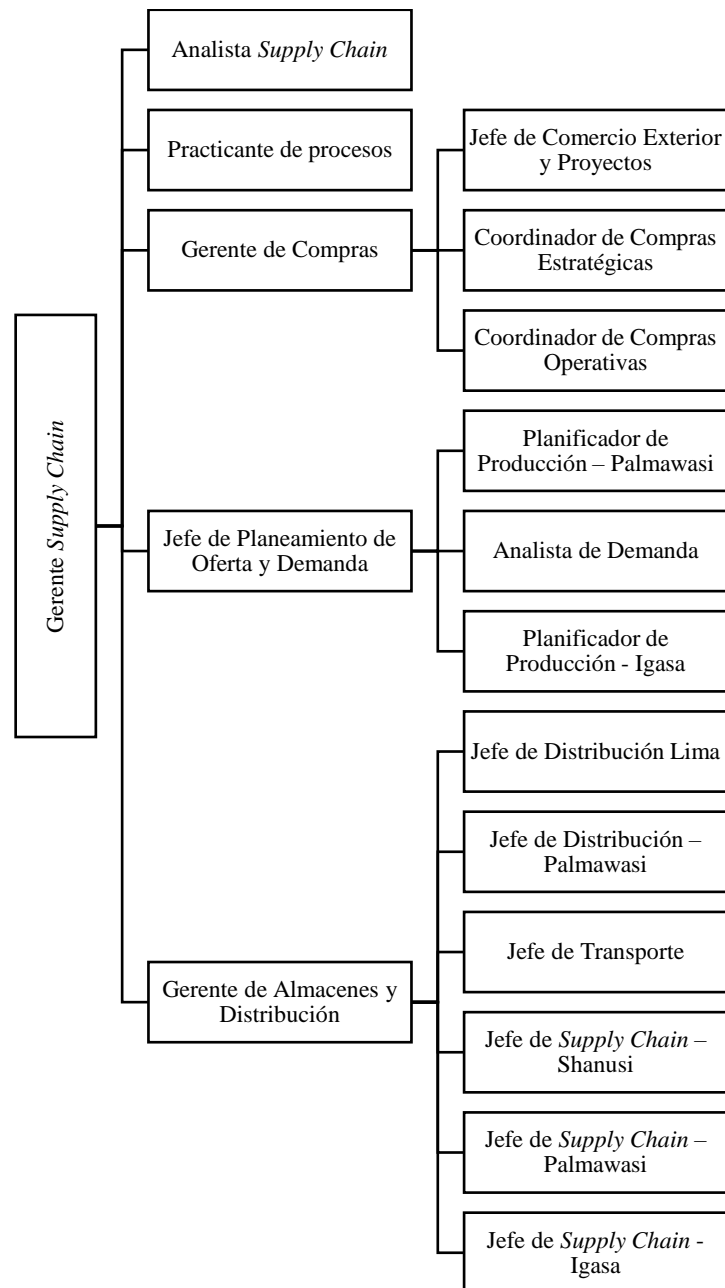


Figura 7. Organigrama de *Supply Chain* Grupo Palmas. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

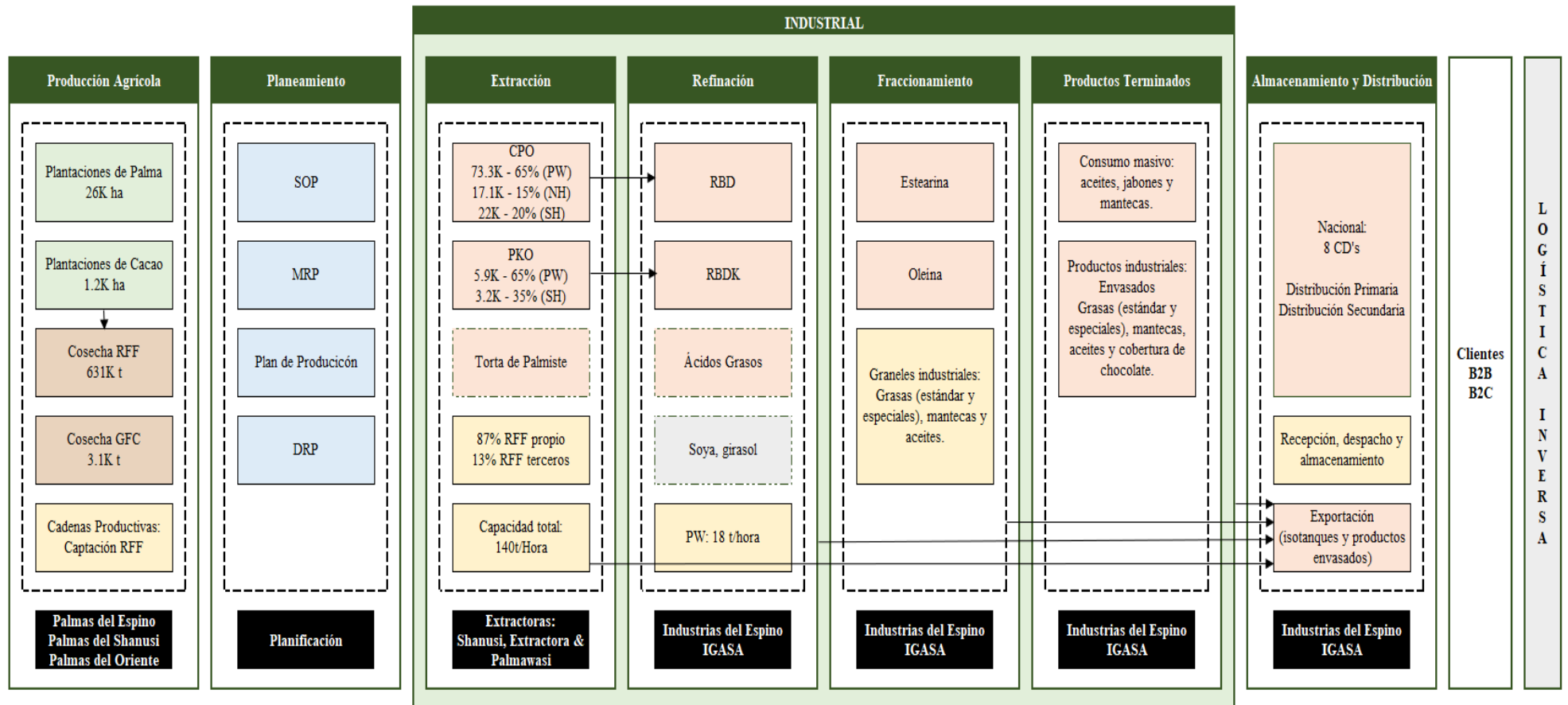


Figura 8. Cadena de Suministro Grupo Palmas. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Proceso de la cadena de suministro

El proceso de la cadena de suministro de abastecimiento de la empresa se presenta en la Figura 9.

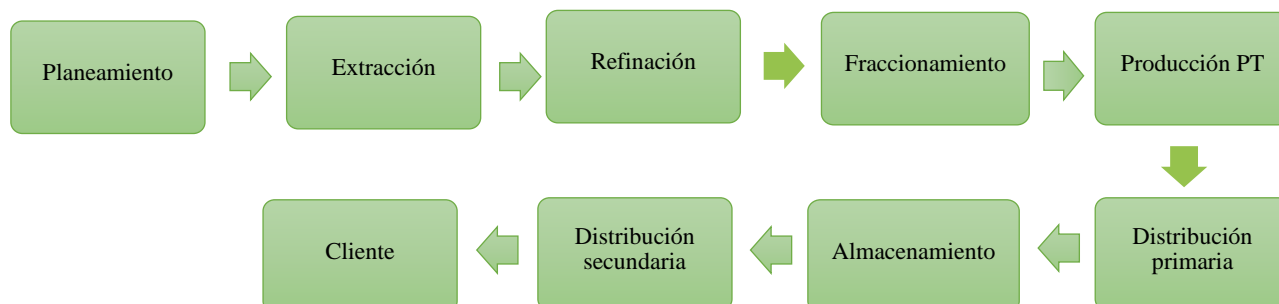


Figura 9. Proceso integral de la cadena de suministro Grupo Palmas. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Planificación. La planificación se realiza a través de una planeación de ventas y operaciones (PVO), cuyo objetivo es conciliar los pronósticos comerciales con los requerimientos logísticos y financieros. El área comercial transmite cuánto se espera vender en exportaciones y productos terminados.

El área de planificación recibe la información de cada plantación de cuánto se producirá en cuanto a RFF. Con el número de coronas proyectadas, se estima la cantidad que se destinará para cada producto terminado. Su función es proyectar desde el aceite crudo hasta los productos terminados.

Extracción. El proceso de extracción se lleva a cabo en las plantas extractoras de Palmawasi, Shanusi y Nuevo Horizonte. La transformación consiste en la recepción del fruto, la esterilización, el desfrutamiento, la digestión y el prensado. Durante el procesamiento no intervienen procesos químicos. Cabe mencionar que se utiliza el 25 % del fruto y el resto se envía a los calderos, lo que significa que se aprovecha el 100 % del fruto para obtener tres productos principales: aceite crudo de palma (CPO), aceite crudo de palmiste (PKO) y harina de palmiste.

El CPO se utiliza en las industrias de aceites y grasas para la fabricación de diversos productos de consumo humano como aceites vegetales, margarinas, etc. Mientras tanto, el PKO se utiliza para la producción de mantecas y la harina de palmiste, la cual es destinada para alimento balanceado de animales. El producto procesado es únicamente 4 % del RFF y se dirige para el canal B2B. El CPO y el PKO se despachan en cisternas, mientras que el palmiste es enviado en sacos de polipropileno.

Refinación. El CPO se transforma en refinado de aceite de palma (RBD) durante el proceso de refinación. Grupo Palmas cuenta con una sola planta refinadora en Palmawasi, lo cual limita la producción de RBD en los meses de alta producción de RFF. Por ello, durante esta temporada, se exporta el CPO excedente que no puede ser refinado.

El RBD se utiliza como insumo para sus productos terminados y/o también se exporta y vende localmente a granel en isotanques y cisternas, respectivamente. Mientras tanto, el total del PKO se transforma en refinado de aceite de palmiste (RBDK), del cual el 60 % se exporta a granel y el 40 % restante se utiliza para el consumo de productos terminados.

Fraccionamiento. En el proceso de fraccionamiento, el RBD se convierte en dos partes: oleína de palma (OP) y estearina de palma (EP). La proporción del fraccionamiento que maneja Grupo Palmas es de 64 % líquida (OP) y 36 % sólida (EP). El mercado posee una demanda mayor para OP que EP; esta última maneja una demanda *push*.

Desde el primer fraccionamiento, ya se puede contar con productos terminados como Palmerola (OP envasada) y Tropical (EP envasada). Sin embargo, el excedente de EP se vende a granel a Alicorp o se exporta al precio de mercado. Dado que la OP se cristaliza (solidifica) en temperaturas bajas, sólo puede ser comercializada en el oriente.

Luego se realiza un segundo fraccionamiento: la OP se divide en súper oleína (SOP) y estearina (EP) con 55 % y 45 % de composición, respectivamente. La SOP resiste temperaturas más bajas y, con una composición de 70 % de SOP y 30 % de aceite de soya, se

comercializa como la marca Tondero en la zona costa y centro, sin ningún inconveniente de solidificación.

De otro lado, el RBDK se divide en estearina de palmiste (FKE) y oleína de palmiste (FKO). Los derivados del FKE son sustitutos de cocoa, chocolate y coberturas de chocolates, mientras que, del FKO, se obtienen jabones y mantecas domésticas e industriales.

El proceso detallado es conocido como balance de masas (ver Apéndice E) y se encuentra limitado por las proporciones del fraccionamiento de OP y EP. La producción dependerá en primera instancia de la demanda de OP en el oriente, ya que se evita generar menor cantidad de EP por su baja demanda y reducido precio. Así mismo, Grupo Palmas es la única a nivel nacional que cuenta con una planta de grasas especiales que le permite modificar dichos productos fraccionados, según los requerimientos específicos de cada cliente. La planta realiza los procesos de interestificado¹⁶ e hidrogenado¹⁷.

Distribución primaria. La distribución primaria comprende el traslado de material desde el centro de refinación de Palmawasi o Shanusi hacia los ocho centros de distribución o BPO. Así mismo, también se consideran aquellos productos que son enviados desde un centro de distribución hacia otro.

Gestión de inventario. La gestión de inventarios se realiza desde sus ocho centros de distribución (CD), presentados en la Tabla 5. Tres CD son operados por Ransa y cuentan con dos posiciones administrativas para el seguimiento de la operación y la facturación de pedidos. Los almacenes de la selva son alquilados pero operados y administrados por personal del Grupo Palmas. Finalmente, el volumen distribuido en el norte se almacena en posiciones alquiladas por el cliente Punto Blanco en Piura. Desde allí, los pedidos son despachados a la región y facturados desde Lima.

¹⁶ Interestificado: Se realiza mezclando los aceites deseados y reorganizando los ácidos grasos sobre el esqueleto de glicerol.

¹⁷ Hidrogenado: solidificación de las grasas

Tabla 5

Centros de distribución de Grupo Palmas

| Ubicación | Almacén | Personal operativo | Personal administrativo |
|-----------|------------------------------------|--------------------|-------------------------|
| Lima | Ransa | Ransa | Grupo Palmas |
| Iquitos | Alquilado | Grupo Palmas | Grupo Palmas |
| Tarapoto | Alquilado | Grupo Palmas | Grupo Palmas |
| Pucallpa | Alquilado | Grupo Palmas | Grupo Palmas |
| Arequipa | Ransa | Ransa | Grupo Palmas |
| Piura* | Ubicaciones alquiladas por cliente | Cliente | Grupo Palmas (Lima) |
| Palmawasi | Propio | Grupo Palmas | Grupo Palmas |
| Chiclayo | Ransa | Ransa | Grupo Palmas |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Distribución secundaria. La distribución secundaria implica el transporte de productos finales desde los centros de distribución en diversas zonas del país hasta los clientes finales a nivel nacional.

Canales de distribución

Los canales de distribución de Grupo Palmas se encuentran divididos en negocios B2B (clientes industriales) y B2C (consumo masivo). A continuación, en la Figura 10, se presentan los canales de distribución.

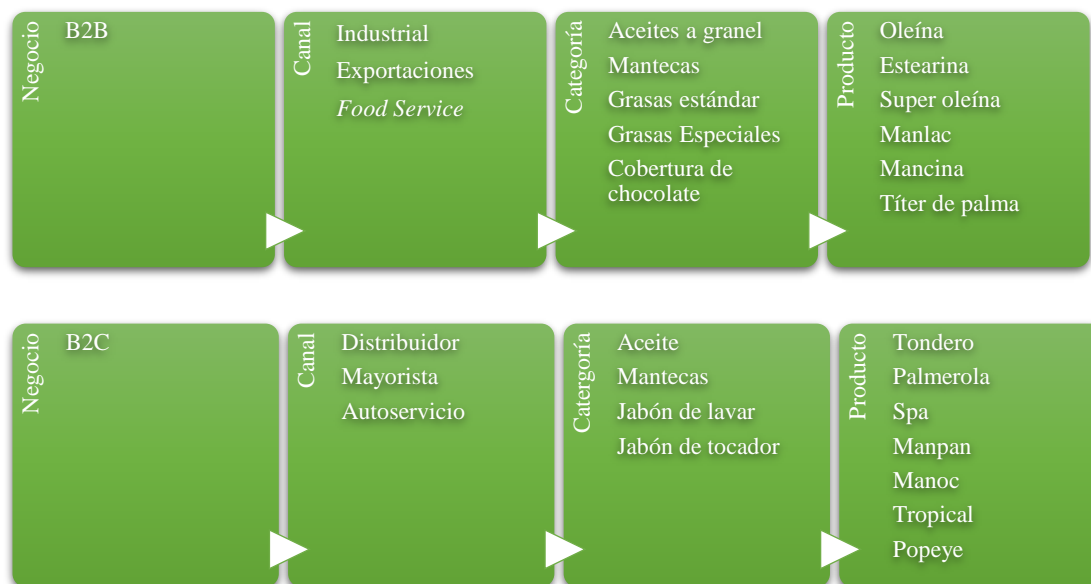


Figura 10. Canales de distribución. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Identificación del problema

Para identificar el problema, se definirán en primera instancia los criterios críticos para la empresa en función de la metodología SCOR y los objetivos estratégicos. Luego, por medio de la metodología AHP, se definirá el proceso más crítico de la cadena de suministro.

Criterios de evaluación. Para definir los criterios de evaluación de los procesos de la cadena de suministro, se realizaron sesiones de trabajo con las personas clave dentro de la Gerencia de *Supply Chain*, mediante las cuales finalmente se determinaron cuatro criterios que, a su vez, están alineados a los objetivos estratégicos del Grupo Palmas.

El nivel de servicio y la flexibilidad son métricas externas orientadas al cliente; en cambio, el potencial de ahorro y la eficiencia en la gestión de activos son métricas desde el punto de vista interno. Asimismo, dos de los criterios corresponden a los atributos utilizados en el modelo SCOR, el cual es clave para medir el rendimiento actual de la cadena de suministro (Stadler, Kilger, & Meyr, 2015). Los criterios definidos se detallan a continuación.

Potencial de ahorro. El Grupo Palmas enfoca sus acciones a la estrategia corporativa de industrialización. Por ello, se ejecuta la estrategia de incrementar las ventas de producto de valor agregado. Consecuentemente, dentro del consumo masivo se viene desarrollando una red de distribución que busca mayores eficiencias y posibilidad de ahorro que permitan a la empresa ser más rentable y mejorar sus márgenes operativos.

Nivel de servicio (*reliability*). Se refiere al cumplimiento perfecto del pedido, el cual es alcanzado al entregar el producto correcto, en el lugar correcto y en el tiempo solicitado por el cliente. El nivel de servicio garantiza la cobertura a nivel nacional y permite aumentar el *market share* en un mercado altamente competitivo.

Flexibilidad. Grupo Palmas se inició con la producción agrícola y la extracción de aceite. A lo largo del tiempo, ha ido adaptando su cadena de suministro a su crecimiento vertical. Sin embargo, la atención de productos industriales a un número reducido de

clientes¹⁸ difiere a una distribución de productos terminados, como aceites y jabones, a nivel nacional. En dicho sentido, es prioritario que el Grupo Palmas pueda adaptar su cadena para conseguir una mejor capacidad de respuesta y acompañar al crecimiento en las ventas de consumo masivo.

Eficiencias en gestión de activos. Dicho criterio está enfocado en garantizar la efectividad de los activos de la compañía con la finalidad de atender la demanda del mercado. Al ser una empresa industrial, el Grupo Palmas considera como altamente relevante el valor de la infraestructura, particularmente considerando que su ROA en el 2018 fue -2,76 % (Pacific Credit Rating, 2019).

Metodología para la selección del proceso crítico (AHP). Para evaluar los procesos críticos de la cadena de suministro previamente identificados, se utilizó la metodología del proceso analítico jerárquico (AHP)¹⁹ para comparar relativamente cada proceso en referencia a un criterio crítico de evaluación. El método fue desarrollado por el profesor Thomas L. Saaty en la década de 1970 e incorpora tanto aspectos cualitativos como cuantitativos sobre el pensamiento humano y muestra la importancia cuantitativa para una mejor toma de decisiones en situaciones complejas (Saaty, 2012).

Es pertinente señalar que se evaluaron distintos métodos para la toma de decisiones con criterios múltiples como la metodología SMART²⁰, la cual se basa en asignar pesos para los criterios de evaluación. Se puede asignar un puntaje al atributo (o criterio) menos importante y se les da un puntaje mayor a los atributos restantes para medir la relativa importancia de estos contra el atributo menos valorado (Phillips-Wren, Jain, Nakamatsu, & Howlett, 2010). El mencionado método sólo contempla el peso de un tipo de criterio más no permite medir objetivamente alternativas con respecto a los criterios.

¹⁸ El 80% de sus ventas al sector industrial está conformado por 10 clientes.

¹⁹ Por sus siglas en inglés *analytic hierarchy process*

²⁰ Por sus siglas en inglés *simple multi-attribute rating technique*

Además, se consideró un método más complejo, el PROMOTHEE²¹, el cual se basa en la superación por ranking que habilita al tomador de decisiones elegir la mejor alternativa sobre las ya previamente superadas (Sabaei, Erkoyuncu, & Roy, 2015). Si bien este método resalta por su relativa simplicidad y claridad, es importante mencionar que el peso de cada alternativa debe ser determinado por separado dado que las técnicas de asignación de pesos no forman parte de este método (Fülöp, 2005).

Finalmente, se evaluó el alcance de material bibliográfico de las metodologías y se notó mayor disponibilidad de información sobre AHP y amplia aplicación a diversos campos de estudio. Resultó importante que dicho método se utilice especialmente con criterios intangibles para solucionar problemas de toma de decisiones con criterios múltiples (Brunelli, 2015).

Se realizaron entrevistas a la gerente de Supply; al gerente de Almacenes y Distribución; al jefe de Planeamiento, Oferta y Demanda; y jefe de Distribución, a quienes se aplicó la técnica AHP para la comparación de procesos en referencia a los criterios clave identificados. Se obtuvo como resultado que el proceso más crítico de acorde al lineamiento de la estrategia corporativa fue la distribución primaria y secundaria (P4), seguida por el proceso de planificación (P1) y gestión de inventarios (P3). El detalle de los resultados se puede observar en la Tabla 6 y en el Apéndice F.

Tabla 6

Resultados de la evaluación de procesos

| | C1 | C2 | C3 | C4 | Total |
|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------|
| P1 | 48 % | 16 % | 14 % | 26 % | 24 % |
| P2 | 15 % | 6 % | 5 % | 28 % | 11 % |
| P3 | 8 % | 29 % | 26 % | 19 % | 21 % |
| P4 | 23 % | 41 % | 45 % | 13 % | 36 % |
| P5 | 5 % | 9 % | 9 % | 13 % | 9 % |
| Ponderación | 23 % | 8 % | 56 % | 13 % | |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

²¹ Por sus siglas en inglés *preference ranking organization method for enrichment evaluations*

Identificación y definición del problema. El resultado de la metodología AHP es coherente y está alineado con la estrategia corporativa enfocada en la industrialización de la palma. En efecto, se observa un incremento en la participación de los refinados dentro del negocio total, el cual incrementa de 82 % a 93 % de 2019 a 2020 (ver Figura 11).

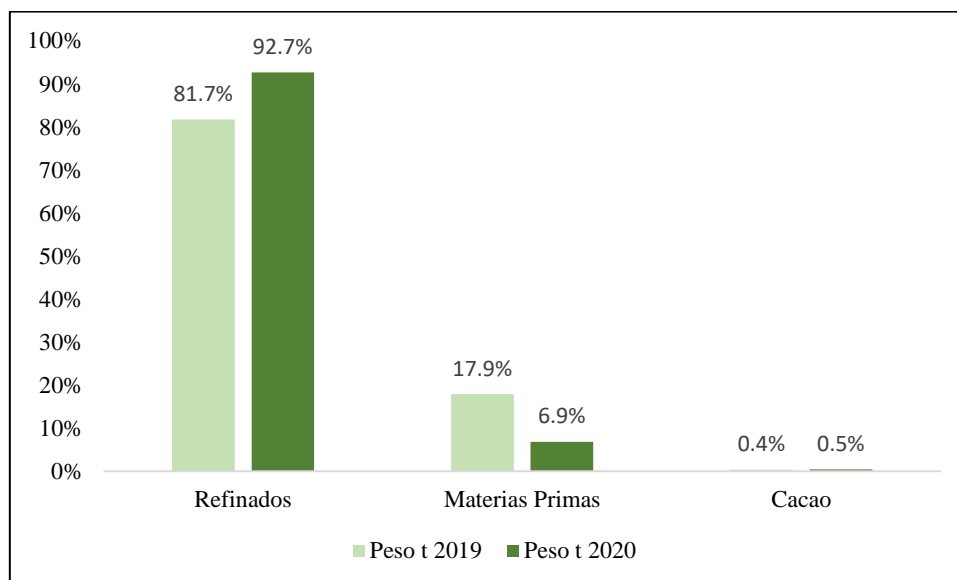


Figura 11. Porcentaje de participación de categoría: total del negocio. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Así mismo, la investigación se centró en los productos clasificados como terminados por dos motivos. Primero, los graneles industriales deben ser trasladados en isotanques; por ello, no existe mayor injerencia para la obtención de ahorros en transporte. Segundo, tanto los graneles como aquellos productos que no son terminados se envían directamente a los clientes; consecuentemente, tampoco hay un costo de almacenamiento que se pueda reducir.

Naturalmente, los productos terminados representan una gran oportunidad de ahorro tanto en almacenamiento como en transporte. A diferencia del resto de productos, la mercadería envasada sí requiere ser almacenada en los respectivos centros de distribución para una rápida atención de las órdenes de compra. Así mismo, el gasto de transporte cobra gran relevancia al representar el 80 % de los gastos logísticos, mientras que el 20 % corresponde a los gastos de almacenamiento. Además, los costos de transporte de los

productos terminados vienen incrementándose tanto en la distribución primaria como en la secundaria, 6 % y 10 % de variación de 2019 a 2020 (ver Tabla 7).

Tabla 7

Precios de distribución primaria y secundaria de producto terminado (S/t)

| Año | Distribución primaria | Variación | Distribución secundaria | Variación |
|------|-----------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| 2019 | 120 | 6 % | 93 | 10 % |
| 2020 | 127 | | 102 | |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Al analizar el área de *Supply Chain* y tras entrevistar a la Gerencia de Almacenamiento y Distribución, se pudo identificar que la cadena de suministro posee actualmente un cuello de botella en sus operaciones y almacenamiento de productos terminados en el centro productivo de Palmawasi. Debido a una producción continua²², los productos terminados son enviados rápidamente al centro de distribución de Lima para no sobrepasar la capacidad de almacenamiento.

La reducida capacidad del almacenamiento de Palmawasi origina dos problemas importantes. El primer inconveniente es que no permite tener *stock* suficiente para atender las órdenes a nivel nacional desde el centro productivo; por ello, en algunos casos la mercadería puede ser enviada hasta dos veces dentro de la distribución primaria. En segundo lugar, genera una alta ocupabilidad en Palmawasi y Lima, pues este último recibe gran parte de lo que produce la refinera, independientemente de la demanda. A continuación, en la Figura 12, se presenta el porcentaje de ocupabilidad por centro de distribución.

²²La producción en la refinadora de Palmawasi no se detiene en ningún momento por la cantidad de fruto que reciben constantemente.

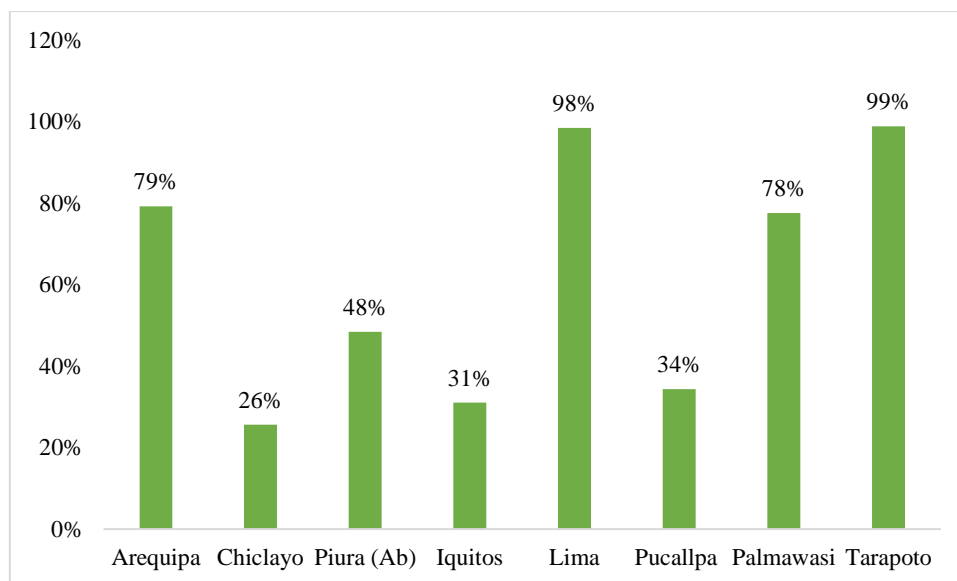


Figura 12. Porcentaje de ocupabilidad por centro de distribución. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020

En empresas de consumo masivo, es relevante generar eficiencias en los gastos logísticos y, de esta manera, hacer más atractivo el producto frente a la competencia. En el caso de Grupo Palmas, se observa en la Tabla 8 que, tanto en consumo masivo como en el negocio industrial, el flete por tonelada de distribución primaria (T1) es mayor. Lo anterior resulta en una oportunidad de mejora, ya que se deben buscar eficiencias mediante una menor cantidad de movimientos de la mercadería antes de la entrega directa a los clientes. En el caso de Grupo Palmas, el T1 representa el 51 % y 72 % en consumo masivo e industrial, mientras que el volumen representa el 46 % y 52 %, respectivamente (ver Tabla 9). De esta manera, se comprueba que los movimientos entre centros de distribución son mayores al transporte de última línea.

Tabla 8

Costos promedio de distribución primaria y secundaria por negocio (S/t)

| Negocio | Distribución primaria | Distribución secundaria |
|-----------------------|------------------------------|--------------------------------|
| Consumo masivo | 119 | 99 |
| Industrial | 123 | 53 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Tabla 9

Participación por tipo de distribución y negocio

| Negocio | Distribución primaria | | Distribución secundaria | |
|-----------------------|-----------------------|-----------|-------------------------|-----------|
| | Flete | Toneladas | Flete | Toneladas |
| Consumo masivo | 51 % | 46 % | 49 % | 54 % |
| Industrial | 72 % | 52 % | 28 % | 48 % |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Descripción de rutas. Con el fin de profundizar el proceso crítico planteado por el AHP, se realizó un análisis más profundo de las rutas de distribución primaria y secundaria. De esta manera, se analizó qué oportunidades de ahorro existen tanto en el negocio industrial como en el consumo masivo.

- **Negocio industrial:** en el negocio industrial, se observa que casi la totalidad de la mercadería es enviada al centro de distribución de Lima para ser enviada posteriormente a los clientes. Seguidamente, en la distribución secundaria, la mercadería que recibe Lima se destina a atender casi el total de ese mismo departamento (ver Tabla 10).

Tabla 10

Rutas de negocio industrial

| Motivo | Descripción de ruta | Peso (t) | Peso (%) | Flete (en miles de soles) | Flete (%) |
|---|---------------------|---------------|--------------|---------------------------|--------------|
| Distribución primaria | Palmas-Lima | 10,245 | 98.8 | 1,269 | 99.8 |
| | Lima-Lima | 129 | 1.2 | 3 | 0.2 |
| Total de distribución primaria | | 10,374 | 52.4 | 1,271 | 71.9 |
| Distribución secundaria | Lima-Lima | 9,395 | 99.8 | 490 | 98.7 |
| | Lima-Tacna | 15 | 0.2 | 6 | 1.2 |
| | Lima-Trujillo | 5 | 0.1 | 1 | 0.1 |
| | Palmas-Lima | 1 | 0.0 | 0 | 0.0 |
| Total de distribución secundaria | | 9,417 | 47.6 | 496 | 28.1 |
| Total general | | 19,791 | 100.0 | 1,768 | 100.0 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Cuando se analizan los clientes de la distribución secundaria, se observa que sólo nueve clientes representan más del 80 % del volumen y el flete del negocio industrial (ver Tabla 11). En dicho sentido, se podría interpretar que, ante la magnitud de volumen y clientes

muy puntuales, se podría enviar de manera directa y evitar un flete de distribución secundaria de S/ 375,000 y S/ 94,000²³ de almacenamiento, aproximadamente.

Tabla 11

Pareto de clientes industriales

| Descripción | Peso (t) | Peso (%) | Flete (en miles de soles) | Flete (%) |
|---------------------------------|--------------|------------|---------------------------|------------|
| Mondelez Perú S.A. | 3,504 | 38.7 | 162 | 35.2 |
| Nestlé Perú S.A. | 1,544 | 17.1 | 74 | 16.0 |
| Molitalia S.A. | 768 | 8.5 | 33 | 7.2 |
| Panadería San Jorge S.A. | 630 | 7.0 | 29 | 6.4 |
| Helatonys S. A. C. | 382 | 4.2 | 18 | 3.9 |
| Cnch De Perú S.A. | 342 | 3.8 | 17 | 3.6 |
| Machu Picchu Foods S.A.C. | 282 | 3.1 | 16 | 3.4 |
| Redjos Sociedad Anónima Cerrada | 278 | 3.1 | 14 | 3.0 |
| Laive S.A. | 250 | 2.8 | 12 | 2.7 |
| Otros | 1,069 | 11.8 | 86 | 18.7 |
| Total | 9,049 | 100 | 461 | 100 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

- **Consumo masivo:** en el caso del negocio de consumo masivo, se observa que el 96 % de la mercadería tiene como punto de origen Palmawasi. El 55.3 % del total de mercadería enviada desde la refinadora se destina a Lima, debido a que se debe liberar espacio para seguir produciendo (ver Tabla 12). El resto de la mercadería, en su mayoría, se destina a centros de distribución del oriente. Sólo un 2,6 % pasa por Lima, para ser enviado a otro centro de distribución.

Tabla 12

Rutas de distribución primaria: consumo masivo

| Sedes | Descripción de ruta | Peso (t) | Peso (%) | Flete (en miles de soles) | Flete (%) |
|------------------------|---------------------|---------------|--------------|---------------------------|--------------|
| Palmawasi | Palmawasi-Lima | 31,724 | 55.3 | 3,915 | 58.0 |
| | Palmawasi-Tarapoto | 9,968 | 17.4 | 1,097 | 16.3 |
| | Palmawasi-Iquitos | 7,787 | 13.6 | 834 | 12.4 |
| | Palmawasi-Pucallpa | 7,288 | 12.7 | 729 | 10.8 |
| | Palmawasi-Arequipa | 312 | 0.5 | 102 | 1.5 |
| | Palmawasi-Piura | 248 | 0.4 | 68 | 1.0 |
| Palmawasi Total | | 57,327 | 96.9 | 6,744 | 96.0 |
| Lima | Lima-Piura | 828 | 53.4 | 138 | 51.6 |
| | Lima-Arequipa | 606 | 39.1 | 122 | 45.6 |
| | Lima-Lima | 87 | 5.6 | 1 | 0.5 |
| | Lima-Tarapoto | 30 | 1.9 | 6 | 2.2 |
| Lima Total | | 1,551 | 2.6 | 267 | 3.8 |
| Pucallpa | Pucallpa-Iquitos | 218 | 100.0 | 7 | 100.0 |
| Pucallpa Total | | 218 | 0.4 | 7 | 0.1 |
| Tarapoto | Tarapoto-Iquitos | 71 | 100.0 | 6 | 100.0 |
| Tarapoto Total | | 71 | 0.1 | 6 | 0.1 |
| Total | | 59,167 | 100.0 | 7,024 | 100.0 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

²³ La relación de transporte y almacenamiento es de 80 % y 20 %, aproximadamente. Por ello, por regla de tres simple, se calculó un gasto de almacenamiento de S/ 94,000.

En cuanto a la distribución secundaria, se observa en la Tabla 13 que Lima sigue centralizando gran parte de todo el volumen. Sólo el 40 % de la mercadería se queda en Lima Ransa; la diferencia se envía a los clientes del resto del país. Por ejemplo, en el caso de Piura, existen cuatro diversas formas de abastecimiento: el centro de distribución recibe tanto de Palmawasi como de Lima para proceder con el envío a los clientes. Además, Palmawasi también envía directamente a los clientes finales y en mayor proporción Lima.

Tabla 13

Rutas de distribución secundaria: consumo masivo

| Sedes | Descripción de ruta | Peso (t) | Peso (%) | Flete (en miles de soles) | Flete (%) |
|------------------------|-----------------------|---------------|--------------|---------------------------|--------------|
| Lima | Lima-Lima | 13,407 | 44.1 | 942 | 23.8 |
| | Lima-Piura | 4,107 | 13.5 | 704 | 17.8 |
| | Lima-Chiclayo | 3,143 | 10.3 | 476 | 12.0 |
| | Lima-Trujillo | 2,682 | 8.8 | 310 | 7.8 |
| | Lima-Ica | 953 | 3.1 | 153 | 3.9 |
| | Lima-Cajamarca | 886 | 2.9 | 269 | 6.8 |
| | Lima-Tumbes | 852 | 2.8 | 162 | 4.1 |
| | Lima-Tacna | 803 | 2.6 | 272 | 6.9 |
| | Otros | 3,542 | 11.7 | 676 | 17.1 |
| Total Lima | | 30,374 | 44.6 | 3,963 | 58.8 |
| Palmawasi | Palmawasi-Huánuco | 2,773 | 25.9 | 265 | 18.9 |
| | Palmawasi-Chanchamayo | 1,905 | 17.8 | 371 | 26.4 |
| | Palmawasi-Tingo María | 1,587 | 14.8 | 94 | 6.7 |
| | Palmawasi-Pucallpa | 1,257 | 11.8 | 126 | 8.9 |
| | Palmawasi-Tocache | 629 | 5.9 | 24 | 1.7 |
| | Palmawasi-Jaén | 624 | 5.8 | 124 | 8.8 |
| | Palmawasi-Piura | 270 | 2.5 | 74 | 5.3 |
| | Palmawasi-Uchizacu | 215 | 2.0 | 7 | 0.5 |
| | Palmawasi-Juanjuí | 208 | 1.9 | 22 | 1.6 |
| | Palmawasi-Moyobamba | 199 | 1.9 | 33 | 2.3 |
| Otros (19 rutas) | 1,022 | 9.6 | 265 | 18.9 | |
| Total Palmawasi | | 10,689 | 15.7 | 1,406 | 20.8 |
| Tarapoto | Tarapoto-Tarapoto | 3,868 | 37.6 | 103 | 14.1 |
| | Tarapoto-Jaén | 2,397 | 23.3 | 312 | 42.9 |
| | Tarapoto-Moyobamba | 1,766 | 17.2 | 123 | 16.9 |
| | Tarapoto-Yurimaguas | 1,465 | 14.2 | 116 | 15.9 |
| | Otros (cinco rutas) | 789 | 7.7 | 74 | 10.2 |
| Total Tarapoto | | 10,284 | 15.1 | 727 | 10.8 |
| Iquitos | Iquitos-Iquitos | 8,063 | 100.0 | 234 | 100.0 |
| Total Iquitos | | 8,063 | 11.8 | 234 | 3.5 |
| Pucallpa | Pucallpa-Pucallpa | 6,512 | 89.1 | 195 | 74.2 |
| | Pucallpa-Aguaytía | 521 | 7.1 | 39 | 14.8 |
| | Otros (cuatro rutas) | 277 | 3.8 | 29 | 11.0 |
| Total Pucallpa | | 7,311 | 10.7 | 263 | 3.9 |
| Piura | Piura-Piura | 765 | 81.4 | 37 | 51.6 |
| | Piura-Tumbes | 119 | 12.7 | 28 | 38.8 |
| | Otros (dos rutas) | 56 | 5.9 | 7 | 9.6 |
| Total Piura | | 940 | 1.4 | 71 | 1.1 |
| Arequipa | Arequipa-Tacna | 183 | 38.3 | 27 | 33.2 |
| | Arequipa-Puno | 89 | 18.5 | 7 | 9.1 |
| | Arequipa-Arequipa | 74 | 15.5 | 9 | 11.6 |
| | Arequipa-Juliacca | 67 | 14.0 | 12 | 15.4 |
| | Arequipa-Cusco | 39 | 8.2 | 10 | 12.4 |
| | Otros (dos rutas) | 26 | 5.5 | 15 | 18.3 |
| Total Arequipa | | 478 | 0.7 | 81 | 1.2 |
| Total | | 68,139 | 100.0 | 6,745 | 100.0 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Entonces, ¿es realmente válida la centralización de este volumen en Lima considerando los altos costos de almacenamiento de Lima (Ransa)? En la Figura 13, se observa que Iquitos y Ransa tienen los costos de almacenamiento más altos.

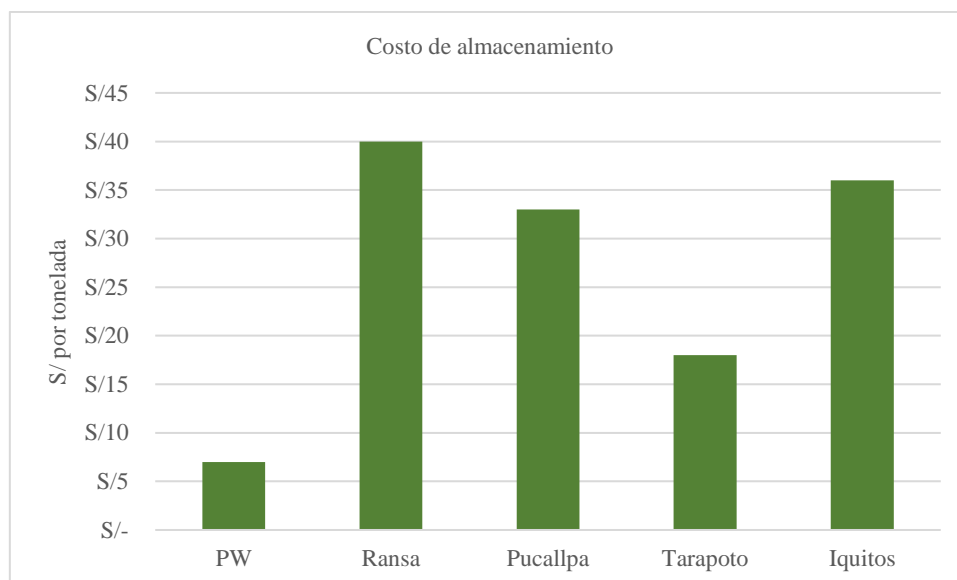


Figura 13. Costos de almacenamiento por centro de distribución. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Propuesta de solución

Para efectos del trabajo de investigación, se considerará únicamente los productos clasificados como “Terminados”. De esta manera, se discriminará aquellos SKU (unidad de medida, por sus siglas en inglés) que se trasladen entre los centros de distribución, ya que el resto de los productos son enviados de manera directa hacia los clientes. Así mismo, los productos terminados representan un gran porcentaje en los costos de transporte, según como se observa en la Tabla 14, lo que permitirá analizar mayores oportunidades de ahorro.

Tabla 14

Resumen por tipo de producto

| Tipo de Producto | Peso (t) | Peso (%) | Flete (en miles de soles) | Flete (%) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|------------------|
| Producto terminado | 239,564 | 58.4 | 26,074 | 43.7 |
| Graneles industriales | 79,918 | 19.5 | 14,478 | 24.3 |
| CPO | 55,875 | 13.6 | 13,089 | 21.9 |
| Torta de palmiste | 21,112 | 5.1 | 3,346 | 5.6 |
| Ácido graso | 8,733 | 2.1 | 1,784 | 3.0 |
| PKO | 2,269 | 0.6 | 372 | 0.6 |
| Cacao | 1,590 | 0.4 | 365 | 0.6 |
| Biodiésel | 927 | 0.2 | 134 | 0.2 |
| Glicerol | 90 | 0.0 | 14 | 0.0 |
| Total | 410,079 | 100.0 | 59,656 | 100.0 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

La propuesta de solución se basa en el análisis de viabilidad de la ampliación del centro de distribución de Palmawasi para mejorar el abastecimiento de productos terminados. Así mismo, se evaluó la permanencia de los actuales centros de distribución en un contexto de optimización de las rutas. Para ello, se utilizaron tres herramientas que son interdependientes y consecutivas para el hallazgo de la solución.

El primer paso se basó en el análisis de los puntos de destino totales de la distribución de productos terminados. Seguidamente, se utilizó el modelo de centro de gravedad para identificar los principales puntos de demanda y, finalmente, se ejecutó un modelo de programación lineal entera mixta (MILP) para la validación numérica y cuantitativa de la propuesta planteada.

Análisis de Pareto

Clústeres de demanda. La complejidad del proceso se inició con una base de datos de 448 clientes en más de 40 ciudades a nivel nacional. Posteriormente, mediante el principio de Pareto se determinó que 120 clientes aproximadamente generaban el 90 % del volumen de ventas de la compañía; finalmente, se determinaron 25 clústeres de demanda, según volumen y cercanía geográfica a nivel nacional.

SKU. La empresa cuenta con cinco familias de productos y más de 111 SKU de productos terminados. Para la ejecución de modelo se requería reducir el número de variables, sin perder representatividad. Por ello, se agruparon el 94% del volumen en tres familias: jabones, aceites y mantecas.

Centro de gravedad

Justificación del uso del centro de gravedad. Un factor importante al construir la estrategia para la definición de la ubicación de centro de operaciones es la cercanía a los mercados, por lo que para muchas organizaciones es relevante estar lo más cerca posible de sus clientes (demanda). Ello también obedece a una clara inclinación al justo a tiempo a fin de que las entregas sean más rápidas.

En línea a ello, como primer paso, una de las alternativas evaluadas para validar si la ubicación de la planta (Palmawasi) es adecuada es el centro de gravedad (COG), que es valorado por su sencillez y, a su vez, un modelo ideal para desarrollar la intuición para modelos más complejos. Una solución de centro de gravedad sugiere que las instalaciones están ubicadas en el centro de una colección de puntos de demanda o, en algunos casos, para empresas con muchos proveedores, en el centro de los puntos de suministro (Watson, Lewis, Casioppi, & Jayaraman, 2013).

Asimismo, para la logística, un problema de centro de gravedad generalmente se define como la selección de la ubicación de una instalación, de modo que se minimice la distancia

promedio ponderada a todos los puntos de demanda. Si hay muchos puntos de demanda pequeños en una región, acercarán la instalación a la región. Por otro lado, el punto de equilibrio se determina cuando ningún punto de demanda puede acercarse más a la instalación sin crear una solución que sea menos beneficiosa para todo el sistema (Chase & Jacobs, 2006).

Descripción del modelo de centro de gravedad. Considerando que el presente trabajo tiene como objetivo la optimización de la red de distribución, minimizando los costos logísticos y atendiendo una demanda creciente sostenida, el modelo de centro de gravedad ayudará a definir la ubicación ideal de la planta Palmawasi sobre la base de la ubicación geográfica de los puntos de demanda, así como los volúmenes de venta.

El COG calcula una ubicación con base en los promedios ponderados de las zonas de demanda y el volumen de demanda del Grupo Palmas. En este caso, se utilizaron las 25 zonas de demanda que se obtuvieron como resultado del análisis de clústeres, con el cual se calculó su COG de manera independiente (ver Tabla 15).

Tabla 15

Centros de gravedad de Grupo Palmas

| Ciudad (clúster) | Lat' (Y) | Long' (X) | Volumen (t) |
|-------------------|-----------|------------|-------------|
| Apurímac | -13.6512 | -73.2685 | 167 |
| Huancayo | -12.0218 | -75.3405 | 696 |
| Huaraz-Áncash | -9.5232 | -77.5228 | 717 |
| Juliaca-Puno | -15.4840 | -70.1326 | 841 |
| Chimbote-Áncash | -9.1115 | -78.5455 | 848 |
| Chincha | -13.4183 | -76.1560 | 943 |
| Ayacucho | -13.1560 | -74.2206 | 1,070 |
| Arequipa-Moquegua | -16.4060 | -71.5368 | 1,187 |
| Cusco | -13.5294 | -71.9336 | 281 |
| Cajamarca | -7.1513 | -78.5201 | 1,364 |
| Ica | -14.0800 | -75.7243 | 1,595 |
| Tacna | -17.9999 | -70.2400 | 1,659 |
| Tingo María | -9.3008 | -76.0022 | 1,673 |
| Tumbes | -3.5702 | -80.4606 | 1,696 |
| Yurimaguas | -5.8955 | -76.1075 | 2,399 |
| Chanchamayo | -11.1282 | -75.3632 | 2,942 |
| Huánuco | -9.9329 | -76.2436 | 4,586 |
| Trujillo | -8.1180 | -79.0169 | 4,245 |
| Chachapoyas-Jaén | -5.7671 | -78.7164 | 4,793 |
| Chiclayo | -6.7745 | -79.8518 | 5,195 |
| Piura | -5.1673 | -80.6515 | 7,278 |
| Tarapoto | -6.3785 | -76.8029 | 11,263 |
| Iquitos | -3.7496 | -73.2519 | 12,719 |
| Pucallpa | -8.4066 | -74.5781 | 12,843 |
| Lima | -11.9781 | -77.0612 | 33,287 |
| COG | -8.818408 | -76.520797 | 116,288 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Los nuevos puntos generados por el método de centro de gravedad indican la ubicación ideal para el nuevo centro de distribución, que optimice la red de distribución actual y desde el cual se atenderá a la mayor parte de demanda del Grupo Palmas (25 clústeres). Dichos puntos se aprecian en el Apéndice G. Asimismo, se encontró que la ubicación que arrojó como resultado el modelo de centro de gravedad queda a sólo 48 km de distancia del actual centro de distribución y planta de producción del Grupo Palmas de Palmawasi.

Por lo tanto, se concluye que la ubicación actual del centro de distribución de Palmawasi tiene una ubicación geográfica adecuada en la región considerando los actuales clústeres de demanda; además, el modelo de centro de gravedad brinda un primer acercamiento para entender los focos de la demanda del grupo Palmas y se utilizó como un primer *input* para la programación lineal (MILP) con el objetivo de minimizar los costos logísticos de la red de distribución.

Formulación: Describir el cálculo matemático de la fórmula y los pesos por volumen. Este modelo con base en las coordenadas busca el punto equidistante entre los nodos que intervienen en él, teniendo en cuenta una ponderación, la cual en este caso es el volumen de producto que demanda cada clúster expresado en toneladas métricas.

En el modelo las coordenadas cartesianas Lat' y $Long'$ corresponden a las coordenadas geográficas de latitud y longitud, respectivamente. El valor de la latitud y longitud se obtiene del cociente entre la sumatoria de los productos de la latitud y la longitud de cada punto con la demanda y la sumatoria de las toneladas demandadas. El modelo matemático del modelo de centro de gravedad se expresa de la siguiente manera (Ballou, 2004)

$$Lat' = \frac{\sum_i (Lat)(d_i)}{\sum_i d_i} \qquad Long' = \frac{\sum_i (Long)(d_i)}{\sum_i d_i}$$

Donde:

Lat' y $Long'$ corresponden a las nuevas coordenadas del centro de distribución.

Lat_i y $Long_i$ corresponden a las coordenadas de los puntos demanda ya existentes.

d_i corresponde a la ponderación en toneladas asignada a los puntos de demanda.

Para determinar el centro de gravedad, el procedimiento se realizó en cada uno de los 25 *clústeres* de demanda (ver Tabla 16) y los nuevos puntos fueron ubicados en el mapa (ver Figura 14).

Tabla 16

Ejemplo de cálculo de centro de gravedad de Tarapoto

| #Cliente | Ciudad (clúster) | Cliente | Lat' (Y) | Long' (X) | Volumen (t) |
|------------|---------------------|--------------------------------|----------------|-----------------|-------------|
| 51 | Tarapoto-San Martín | Almacenes de la Selva S.A.C. | -6.0350 | -76.9664 | 4,286 |
| 52 | Tarapoto-San Martín | Grupo Romero Negocios E.I.R.L. | -6.4929 | -76.3673 | 2,081 |
| 53 | Tarapoto-San Martín | Negocios Antonio E.I.R.L. | -6.0326 | -76.9723 | 1,861 |
| 54 | Tarapoto-San Martín | Inversiones Raneva's S.R.L. | -6.0324 | -76.9723 | 1,204 |
| 55 | Tarapoto-San Martín | Distribuidora Kadmiel S.R.L. | -8.1872 | -76.5183 | 915 |
| 56 | Tarapoto-San Martín | Inversiones Leiva E.I.R.L. | -7.1824 | -76.7253 | 526 |
| 57 | Tarapoto-San Martín | Industria Barboza E.I.R.L. | -6.9330 | -76.7723 | 390 |
| COG | | | -6.3785 | -76.8029 | |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

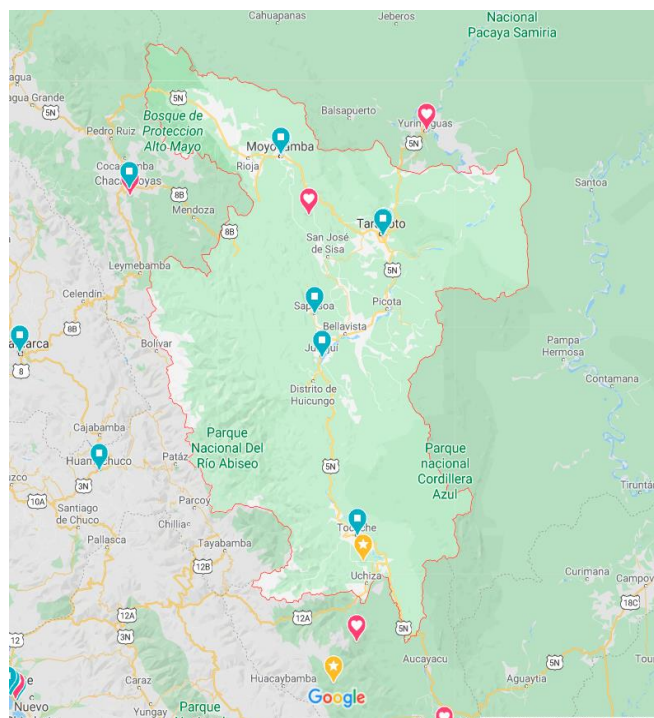


Figura 14. Identificación de principales clientes en Google Maps en Tarapoto, San Martín. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Modelo de programación lineal entera mixta (MILP)

Justificación del uso del MILP. La programación lineal, presentada en 1947 por George Dantzig, es una de las técnicas más famosas de optimización. Se aplica en la toma de decisiones cuando cantidades (variables) pueden tomar un valor real, solo restringido por igualdades lineales (Stadtler et al. 2015). Es una herramienta de optimización matemática que intenta maximizar o minimizar un objetivo establecido sujeto a diferentes restricciones (Puente Riofrío & Gavilánez Álvarez, 2018).

Además, según Watson et al. (2013), debido a la complejidad de la cadena de suministro y a la gran cantidad de datos, la técnica de optimización matemática – basada en la programación lineal – es la mejor manera de clasificar las diversas opciones, determinar las mejores ubicaciones para las instalaciones y respaldar una mejor toma de decisiones.

Asimismo, las principales ventajas de la programación lineal son que permite (a) el logro del uso óptimo de los recursos disponibles, (b) la toma de decisiones de manera más objetiva siempre que las relaciones entre datos y las restricciones estén bien definidas, y (c) la identificación de posibles cuellos de botella en las operaciones (Islam, 2008).

La solución del problema se desarrolló por medio de un modelo de programación lineal entera mixta (MILP²⁴, por sus siglas en inglés). Según Vanderbei (2014), se denomina de esta forma a los problemas con la propiedad de que algunas variables deben ser números enteros mientras otros pueden ser fracciones.

Por otro lado, operativamente, la principal limitación existente en la empresa es la capacidad de almacenamiento de los CD, particularmente el de la misma fábrica de producción en Palmawasi. La producción de los principales SKU (aceites, mantecas, jabón de lavar y jabón de tocador) suele sobrepasar la capacidad de almacenamiento del CD en la

²⁴ *Mixed-integer linear programming*

planta productiva. Por ello, se trabajó con la herramienta Solver Plus, un *software* de prueba del paquete de Office 365, para formular la programación lineal con un número de variables superior a las 200 permitidas por el paquete estándar. La herramienta permitirá evaluar escenarios con distintos números de CD y capacidades de almacenamiento para minimizar los costos totales de la red de distribución de Grupo Palmas.

Descripción del modelo de optimización. El presente modelo busca optimizar la red de distribución actual de Grupo Palmas. El alcance de la investigación se realiza en el área de *Supply Chain Management* y pretende minimizar los costos totales de distribución y satisfacer efectivamente la demanda de sus clientes. La Gerencia de *Supply Chain* busca una alternativa que cuestione la configuración actual de su red y plantee una solución óptima, viable y rentable en el largo plazo.

Sobre la base de los resultados de la simulación, se deberían tomar decisiones estratégicas, tales como cerrar o mantener abiertos ciertos centros de distribución; decisiones tácticas sobre qué mercados son atendidos desde qué lugar y políticas de inventario; y decisiones operativas, como optimización de rutas y *drop size* (Chopra, & Meindl, 2006). En el modelo se consideraron las restricciones con base en la operación de la empresa y los resultados deseados. Para el análisis se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- La planta productiva de Palmawasi es el único punto de producción de las cuatro categorías de productos.
- Los ocho centros de distribución de Grupo Palmas serán reflejados en el modelo: Arequipa, Chiclayo, Piura, Iquitos, Lima, Pucallpa, Palmawasi y Tarapoto.
- La venta de productos terminados se realiza a más de 460 clientes en 41 ciudades a nivel nacional. De acuerdo al volumen y distancia, se han agrupado en 25 puntos de demanda para el modelo.

- Grupo Palmas mantiene más de 111 SKU de productos terminados, pero para efectos de ejecución del modelo se están agrupando en cuatro categorías: aceites, mantecas, jabón de lavar y jabón de tocador.
- Se satisface el total de la demanda de productos terminados.
- Para pronosticar las ventas futuras, se tomó como base la venta histórica de todos los clústeres y se contrastó con la demanda de los próximos cinco años de Grupo Palmas, según ciudad. Ello se aprecia en la Tabla 17.
- El costo de transporte está compuesto por el costo de transporte primario (abastecimiento) y el costo de transporte secundario (distribución).
- Se mantiene una conservación de flujos, es decir que toda la producción enviada a los CD será la misma que se dirija hacia los clústeres.

Tabla 17

Proyección de ventas en toneladas

| Puntos de venta | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Lima | 28,136 | 30,238 | 31,022 | 32,571 | 34,199 |
| Pucallpa-Ucayali | 9,638 | 9,875 | 10,625 | 11,157 | 11,715 |
| Iquitos | 9,542 | 9,906 | 10,521 | 11,046 | 11,600 |
| Tarapoto-San Martín | 9,268 | 9,792 | 10,218 | 10,730 | 11,266 |
| Piura | 5,175 | 5,540 | 5,705 | 5,992 | 6,291 |
| Chiclayo | 3,984 | 4,046 | 4,392 | 4,611 | 4,842 |
| Chachapoyas-Jaén | 3,377 | 3,687 | 3,724 | 3,909 | 4,106 |
| Trujillo | 3,572 | 3,705 | 3,937 | 4,135 | 4,340 |
| Huánuco | 3,295 | 3,497 | 3,632 | 3,813 | 4,005 |
| Chanchamayo-Junín | 2,092 | 2,135 | 2,306 | 2,421 | 2,543 |
| Yurimaguas-Loreto | 1,674 | 1,670 | 1,847 | 1,939 | 2,035 |
| Tumbes | 1,272 | 1,271 | 1,403 | 1,474 | 1,548 |
| Tingo María-Huánuco | 878 | 1,244 | 968 | 1,017 | 1,067 |
| Tacna | 1,358 | 1,508 | 1,496 | 1,572 | 1,650 |
| Ica | 1,206 | 1,213 | 1,331 | 1,397 | 1,468 |
| Cajamarca | 1,136 | 1,164 | 1,253 | 1,317 | 1,382 |
| Cusco | 1,172 | 878 | 1,293 | 1,357 | 1,426 |
| Arequipa-Moquegua | 1,019 | 888 | 1,123 | 1,179 | 1,238 |
| Ayacucho | 824 | 841 | 909 | 955 | 1,002 |
| Chincha | 727 | 749 | 803 | 843 | 885 |
| Chimbote-Áncash | 609 | 647 | 670 | 703 | 739 |
| Juliaca-Puno | 652 | 631 | 719 | 756 | 793 |
| Huaraz-Áncash | 560 | 577 | 618 | 649 | 681 |
| Huancayo | 558 | 612 | 616 | 647 | 678 |
| Apurímac | 140 | 146 | 154 | 162 | 170 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

- Los costos de transporte primario y transporte secundario son variables y dependen de las rutas asignadas entre la planta refinadora a los centros de distribución, y entre los centros de distribución y los puntos de demanda.
- Los costos de almacén se subdividen en tres:
 - ***In & Out***: esta tarifa varía según el centro de distribución; sin embargo, existen algunos centros donde no se cobra este concepto por ser alquilados o propios, como Iquitos, Pucallpa, Tarapoto y Palmawasi.
 - **Almacenamiento**: los centros de distribución previamente mencionados como alquilados o propioS cuentan con un costo fijo de almacenamiento, mientras que los de la costa (Lima, Arequipa, Chiclayo y Piura) cobran una cantidad fija más una variable según el uso de las posiciones.
 - ***Headcount***: este es un costo aplicado en los centros de distribución que cuentan con personal operativo del Grupo Palmas. Entre los perfiles destacan los jefes de almacén, los supervisores, los asistentes y los operadores, entre otros.
- Para todos los costos proyectados, se estima un aumento en las tarifas anuales según la inflación promedio de 2 %. A continuación, en la Tabla 18, se presenta el costo fijo anual de almacenamiento y, en la Tabla 19, el costo variable anual de almacenamiento del periodo 2022-2026.

Tabla 18

Costo fijo anual de almacenamiento (en soles)

| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Arequipa | 61,322 | 62,549 | 63,800 | 65,076 | 66,377 |
| Chiclayo | 242,352 | 242,352 | 242,352 | 242,352 | 242,352 |
| Piura | 84,456 | 86,145 | 87,868 | 89,625 | 91,418 |
| Iquitos | 198,438 | 202,407 | 206,455 | 210,584 | 214,796 |
| Lima | 1,355,745 | 1,382,860 | 1,410,517 | 1,438,727 | 1,467,502 |
| Pucallpa | 171,054 | 174,475 | 177,965 | 181,524 | 185,154 |
| Palmawasi | 358,365 | 365,532 | 372,843 | 380,299 | 387,905 |
| Tarapoto | 116,280 | 118,606 | 120,978 | 123,397 | 125,865 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Tabla 19

Costo variable anual de almacenamiento (en soles por tonelada)

| | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2025 |
|-----------|------|------|------|------|------|
| Arequipa | 18.1 | 18.4 | 18.8 | 19.2 | 19.6 |
| Chiclayo | 21.9 | 21.9 | 21.9 | 21.9 | 21.9 |
| Piura | 18.6 | 18.9 | 19.3 | 19.7 | 20.1 |
| Iquitos | - | - | - | - | - |
| Lima | 4.6 | 4.7 | 4.8 | 4.9 | 5.0 |
| Pucallpa | - | - | - | - | - |
| Palmawasi | - | - | - | - | - |
| Tarapoto | - | - | - | - | - |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Construcción del modelo matemático. En la formulación del modelo se definieron tres componentes iniciales: conjuntos, variables y parámetros. Un conjunto es un grupo de objetos similares en el cual cada objeto del grupo cuenta con características relacionadas al conjunto (Lindo Systems Inc, 2003). Para el presente caso, los conjuntos son la planta productiva, los centros de distribución y los puntos de demanda. Las variables son aquellos elementos desconocidos que, al resolver el problema, quedarán definidos a fin de alcanzar la optimización de la función objetivo (Puente Riofrío, & Gavilánez Álvarez, 2018). Los parámetros son la información inicial requerida para desarrollar el modelo (Mahmoudi, Liu, Javed, & Abbasi, 2019) y se mantienen constantes durante la simulación, pero pueden cambiar cuando el modelo se requiere ajustar. A continuación, las Tablas 20, 21 y 22 presentan el resumen de los componentes.

Tabla 20

Conjuntos de programación lineal

| Tipo de conjunto | Conjunto | Descripción |
|------------------|----------|---|
| Primario | S | Planta productiva |
| Primario | D | Centros de distribución |
| Primario | P | Puntos de demanda |
| Secundario | SxD | Relación entre planta productiva y centros de distribución. |
| Secundario | DxP | Relación entre centros de distribución y puntos de demanda |

Nota: Elaboración propia.

Tabla 21

Variables de programación lineal

| Variable | Conjunto | Descripción | Unidad |
|-----------------|----------|--|-----------|
| αS | SxD | Cantidad de aceites transportado de S-D | toneladas |
| βS | SxD | Cantidad de manteca transportada de S-D | toneladas |
| γS | SxD | Cantidad de jabón de lavar transportado de S-D | toneladas |
| εS | SxD | Cantidad de jabón de tocador transportado de S-D | toneladas |
| αD | DxP | Cantidad de aceites transportado de D-P | toneladas |
| βD | DxP | Cantidad de manteca transportada de D-P | toneladas |
| γD | DxP | Cantidad de jabón de lavar transportado de D-P | toneladas |
| εD | DxP | Cantidad de jabón de tocador transportado de D-P | toneladas |

Nota: Elaboración propia.

Tabla 22

Parámetros de programación lineal

| Parámetro | Índice | Descripción | Unidad |
|--------------------------|--------|--|----------------|
| CapacidadS α | S | Capacidad de planta productiva de aceites. | toneladas |
| CapacidadS β | S | Capacidad de planta productiva de manteca. | toneladas |
| CapacidadS γ | S | Capacidad de planta productiva de jabón de lavar. | toneladas |
| CapacidadS ε | S | Capacidad de planta productiva de jabón de tocador. | toneladas |
| CapacidadD | D | Capacidad de almacenamiento en centro de distribución. | toneladas |
| CostoInOutD | D | Costo de in/out en centro de distribución. | toneladas |
| cFijoD | D | Costo fijo de almacenamiento en centro de distribución. | soles |
| CostoHcD | D | Costo <i>headcount</i> centro de distribución. | soles |
| cTransporteSD | SxD | Costo de transporte entre planta productiva y centro de distribución | soles/tonelada |
| cTransporteDP | DxP | Costo de transporte entre centro de distribución y punto de demanda | soles/tonelada |
| demandaP α | P | Demanda de aceite en punto de demanda | toneladas |
| demandaP β | P | Demanda de manteca en punto de demanda | toneladas |
| demandaP γ | P | Demanda de jabón de lavar en punto de demanda | toneladas |
| demandaP ε | P | Demanda de jabón de tocador en punto de demanda | toneladas |

Nota: Elaboración propia.

El modelo por construir debe reflejar cómo funciona la cadena de suministro de Grupo Palmas, es decir, una representación que incluya la planta productiva de Palmawasi, los ocho centros de distribución a nivel nacional y todos los puntos de demanda. Es importante mantener las principales características de cada uno, como sus capacidades, rutas, demandas y costos. A continuación, en la Figura 15, se presenta la red actual de distribución de Grupo Palmas.

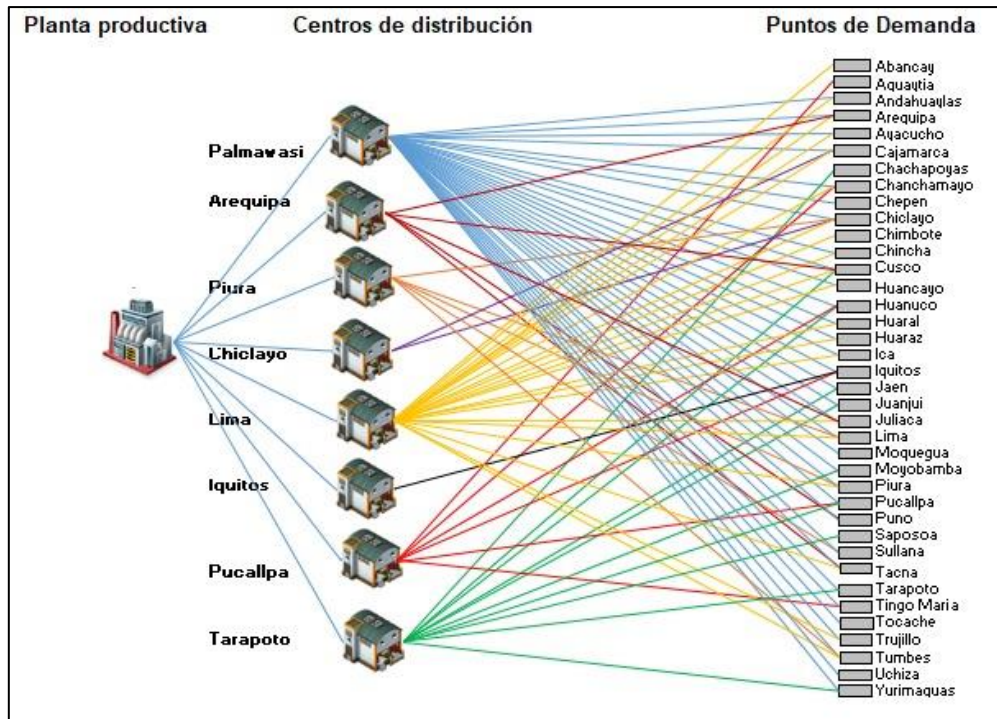


Figura 15. Red de distribución actual del Grupo Palmas. Elaboración propia.

Asimismo, la Figura 16 muestra la configuración de los principales conjuntos e índices del modelo.

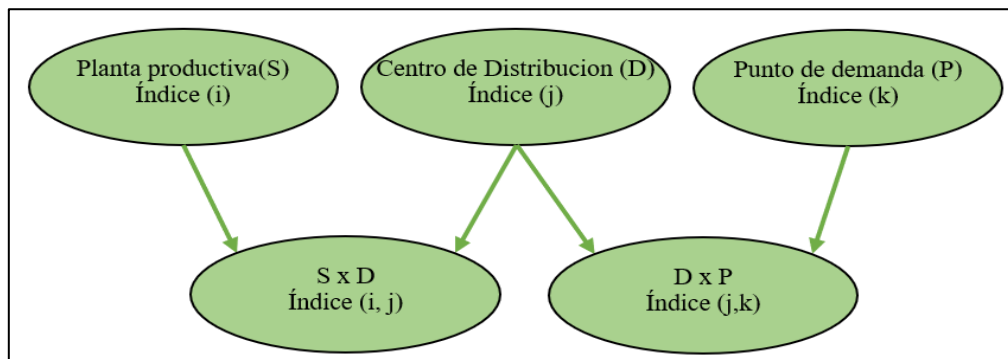


Figura 16. Configuración de conjuntos e índices. Elaboración propia.

La función objetivo es minimizar el costo (Z) que incluye el costo de transporte (entre la planta productiva y los centros de distribución y los puntos de demanda), el costo de almacenamiento, el de *headcount* y el *In & Out*. La función objetivo se muestra en **X.1**.

$$\min Z = \sum_{i \in S, j \in D} c_{TransporteSD}(i, j) * (\alpha_{ij} + \beta_{ij} + \gamma_{ij} + \epsilon_{ij}) + \sum_{j \in D, k \in P} c_{TransporteDP}(j, k) * (\alpha_{jk} + \beta_{jk} + \gamma_{jk} + \epsilon_{jk}) + \sum_{j \in D} CostoInOutD(j) * (\alpha_{jk} + \beta_{jk} + \gamma_{jk} + \epsilon_{jk}) + \sum_{j \in D} c_{FijoD}(j) + \sum_{j \in D} CostoHcD(j) \quad (\mathbf{X.1})$$

El modelo se encuentra sujeto a las siguientes restricciones:

1. El primer grupo representa la cantidad enviada de los cuatro SKU, la cual no puede exceder la capacidad de producción de cada uno.

$$\sum_{j \in D} \alpha^{SD}(i, j) \leq \text{capacidadS}\alpha(i) \quad \forall (i) \in S \quad (\mathbf{X.2})$$

$$\sum_{j \in D} \gamma^{SD}(i, j) \leq \text{capacidadS}\gamma(i) \quad \forall (i) \in S \quad (\mathbf{X.4})$$

$$\sum_{j \in D} \beta^{SD}(i, j) \leq \text{capacidadS}\beta(i) \quad \forall (i) \in S \quad (\mathbf{X.3})$$

$$\sum_{j \in D} \varepsilon^{SD}(i, j) \leq \text{capacidadS}\varepsilon(i) \quad \forall (i) \in S \quad (\mathbf{X.5})$$

2. El segundo grupo se refiere a la cantidad total enviada de cada SKU, la cual debería ser menor o igual a la capacidad total de almacenamiento por CD.

$$\sum_{i \in S} (\alpha^S + \beta^S + \gamma^S + \varepsilon^S)(i, j) \leq \text{CapacidadD}(j) \quad \forall (i) \in S \quad (\mathbf{X.6})$$

3. El tercer grupo se refiere a la conservación de flujos entre la planta productiva, centros de distribución y puntos de demanda a nivel de SKU.

$$\sum_{i \in S} (\alpha^S + \beta^S + \gamma^S + \varepsilon^S)(i, j) = \sum_{k \in D} (\alpha^D + \beta^D + \gamma^D + \varepsilon^D)(j, k) \quad \forall (i) \in S \quad \forall (j) \in D \quad (\mathbf{X.7})$$

4. El cuarto grupo se refiere a que el volumen enviado desde cada centro de distribución al punto de demanda debe ser igual al volumen demandado en cada punto, a nivel de SKU.

$$\sum_{j \in D} (\alpha^D + \beta^D + \gamma^D + \varepsilon^D)(j, k) = \sum_{k \in P} (\text{demandaP}\alpha + \text{demandaP}\beta + \text{demandaP}\gamma + \text{demandaP}\varepsilon)(j, k) \quad \forall (i) \in S \quad \forall (j) \in D \quad (\mathbf{X.8})$$

5. En el quinto grupo, se observa las restricciones específicas definidas por Grupo Palmas de cerrar centro de distribución Chiclayo (J2) y Pucallpa (J6), y mantener abiertos los centros de distribución Arequipa (J1) y Piura (J3) con volúmenes mínimos de operación anual.

$$\sum_{j=2,6 \in D} (\alpha^D + \beta^D + \gamma^D + \varepsilon^D)(j, k) = 0 \quad \forall (j) \in D \quad (\mathbf{X.9})$$

$$\sum_{j=1 \in D} (\alpha^D + \beta^D + \gamma^D + \varepsilon^D)(j, k) \geq 2331 \quad \forall (j) \in D \quad (\mathbf{X.10})$$

$$\sum_{j=3 \in D} (\alpha^D + \beta^D + \gamma^D + \varepsilon^D)(j, k) \geq 1130 \quad \forall (j) \in D \quad (\mathbf{X.11})$$

El modelo detallado se ejecutará frente a tres propuestas. La primera refleja una búsqueda de reducción de gastos operativos sin restricciones tácticas. La segunda propuesta

incorpora restricciones específicas sobre el funcionamiento de ciertos CD. La tercera propuesta es un híbrido en el que se incorpora una decisión de carácter estratégico al modelo teórico.

Programación y resultados. El modelo fue programado en lenguaje MILP (programación lineal) y desarrollado en Excel con la herramienta Open Solver²⁵. En los tres escenarios por analizar, se considera una ampliación del centro de distribución de Palmawasi en un 50 %. De esta manera, se busca reducir la distribución primaria al eliminar los movimientos de producto terminado y evitar el gasto de almacenamiento en aquella mercadería que puede ser enviada directamente desde la refinadora.

Según los resultados del primer modelo para los siguientes cinco años, la operación de Grupo Palmas solo consideraría aquellos centros de distribución que la programación lineal muestra como fin de la minimización de costos. Bajo este escenario, sólo se debería operar en Iquitos, Lima, Pucallpa, Palmawasi y Tarapoto. El centro de distribución de Lima absorbería las demandas de toda la zona norte. Por otro lado, la demanda de la zona sur, que era cubierta por Arequipa, sería atendida en su mayoría por Lima y en menor proporción por Palmawasi.

Los resultados del primer modelo reflejan un ahorro anual entre los S/ 3 y S/4 millones y un ahorro total de S/19.5 millones entre el 2022 y 2026. El modelo mencionado representa un ahorro del 13.1 %. En la Tabla 23, se presenta una comparación entre los resultados de la situación actual y del modelo propuesto. Allí se refleja que el 79 % del ahorro proviene de la distribución primaria y se debe a que el modelo no sólo busca una optimización de volumen entre los centros de distribución, sino también demuestra una optimización de rutas.

²⁵ Open Solver es un complemento de Excel que amplía las capacidades del Solver integrado con solucionadores más potentes.

Tabla 23

Propuesta 1 – ahorros en costos 2022-2026 (en soles)

| Año | Situación | Costo variable transporte 1 | Costo variable transporte 2 | Costo In & Out | Costo de almacenamiento CD | Costo headcount CD | Ahorro anual |
|------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------------------|------------------|
| 2022 | Propuesta | 8,878,539 | 10,129,240 | 532,031 | 2,219,590 | 806,616 | |
| | Actual | 11,857,748 | 9,583,672 | 722,520 | 3,080,966 | 1,055,088 | |
| | Ahorro | 2,979,209 | -545,568 | 190,489 | 861,377 | 248,472 | 3,733,979 |
| 2023 | Propuesta | 9,663,360 | 10,782,828 | 585,241 | 2,277,757 | 822,748 | |
| | Actual | 12,699,595 | 10,264,070 | 777,569 | 3,142,586 | 1,076,190 | |
| | Ahorro | 3,036,235 | -518,758 | 192,328 | 864,829 | 253,441 | 3,828,075 |
| 2024 | Propuesta | 10,506,649 | 11,481,214 | 642,523 | 2,338,061 | 839,203 | |
| | Actual | 13,601,259 | 10,992,814 | 836,275 | 3,205,437 | 1,097,714 | |
| | Ahorro | 3,094,610 | -488,400 | 193,753 | 867,377 | 258,510 | 3,925,850 |
| 2025 | Propuesta | 11,431,057 | 12,222,812 | 712,600 | 2,403,340 | 855,987 | |
| | Actual | 14,566,921 | 11,773,281 | 899,269 | 3,269,546 | 1,119,668 | |
| | Ahorro | 3,135,864 | -449,531 | 186,669 | 866,206 | 263,680 | 4,002,888 |
| 2026 | Propuesta | 12,432,577 | 13,011,325 | 791,922 | 2,472,464 | 873,107 | |
| | Actual | 15,601,117 | 12,609,139 | 963,114 | 3,334,937 | 1,142,061 | |
| | Ahorro | 3,168,540 | -402,185 | 171,192 | 862,473 | 268,954 | 4,068,973 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Por otro lado, el segundo modelo contempla el lineamiento estratégico de incrementar los productos de consumo masivo. Para ello, mantiene abiertos los centros de distribución de Arequipa y Piura debido al fuerte crecimiento constante en las zona sur y norte en las ventas y *market share*. De la misma manera, se considera el cierre de Chiclayo al ya contar con un establecimiento en Piura para toda la zona norte. Finalmente, se considera el cierre de Pucallpa, pues es el menor punto de demanda en el oriente y la venta puede ser atendida desde Palmawasi.

Según los resultados del segundo modelo para los próximos cinco años, se observa un ahorro anual por encima de los S/ 2.7 millones y un ahorro total de S/ 14 millones en dicho periodo (ver Tabla 24). El ahorro representa un 9.4 % aproximadamente del modelo actual y el 70 % proviene de la distribución primaria por el incremento de productos enviados desde Palmawasi. Seguidamente, el segundo ahorro más importante es el de almacenamiento, en parte debido al cierre de Chiclayo y Pucallpa. Así mismo, se observa un incremento de 1.6 % en la distribución secundaria como consecuencia de las dos decisiones mencionadas.

Tabla 24

Propuesta 2 – ahorros en costos 2022-2026 (en soles)

| Año | Situación | Costo variable transporte 1 | Costo variable transporte 2 | Costo In & Out | Costo de almacenamiento CD | Costo headcount CD | Ahorro anual |
|------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------------------|------------------|
| 2022 | Propuesta | 9,863,788 | 9,846,876 | 661,542 | 2,237,431 | 919,224 | |
| | Actual | 11,857,748 | 9,583,672 | 722,520 | 3,080,966 | 1,055,088 | |
| | Ahorro | 1,993,960 | -263,204 | 60,978 | 843,535 | 135,864 | 2,771,133 |
| 2023 | Propuesta | 10,659,070 | 10,534,148 | 725,929 | 2,301,587 | 937,608 | |
| | Actual | 12,699,595 | 10,264,070 | 777,569 | 3,142,586 | 1,076,190 | |
| | Ahorro | 2,040,525 | -270,078 | 51,640 | 840,999 | 138,581 | 2,801,667 |
| 2024 | Propuesta | 11,626,892 | 11,160,791 | 791,131 | 2,363,499 | 956,361 | |
| | Actual | 13,601,259 | 10,992,814 | 836,275 | 3,205,437 | 1,097,714 | |
| | Ahorro | 1,974,367 | -167,978 | 45,144 | 841,938 | 141,353 | 2,834,825 |
| 2025 | Propuesta | 12,641,556 | 11,876,102 | 871,710 | 2,434,190 | 975,488 | |
| | Actual | 14,566,921 | 11,773,281 | 899,269 | 3,269,546 | 1,119,668 | |
| | Ahorro | 1,925,366 | -102,821 | 27,559 | 835,356 | 144,180 | 2,829,640 |
| 2026 | Propuesta | 13,728,691 | 12,691,273 | 962,318 | 2,505,357 | 994,998 | |
| | Actual | 15,601,117 | 12,609,139 | 963,114 | 3,334,937 | 1,142,061 | |
| | Ahorro | 1,872,426 | -82,133 | 795 | 829,580 | 147,064 | 2,767,731 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

En el tercer modelo, se observa un ahorro anual por encima de los S/ 3.2 millones y un ahorro total de S/ 16.8 millones en dicho periodo (ver Tabla 25). El ahorro representa un 11.26 % del modelo actual y el 77 % proviene de la distribución primaria por el incremento de productos enviados desde Palmawasi. Seguidamente, el segundo ahorro más importante es el de almacenamiento, con un 24 %, debido al cierre de los dos centros de distribución en el norte. Lima absorbe la distribución secundaria de Piura y Chiclayo; por ello, la distribución secundaria se incrementa en un 1.9 %, pero sigue siendo menor que en el segundo modelo.

Tabla 25

Propuesta 3 – ahorros en costos 2022-2026 (en soles)

| Año | Situación | Costo variable transporte 1 | Costo variable transporte 2 | Costo In & Out | Costo de Almacenamiento CD | Costo headcount CD | Ahorro anual |
|------|---------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------|----------------------------|--------------------|------------------|
| 2022 | Propuesta | 9,314,956 | 9,889,186 | 529,009 | 2,284,679 | 1,055,088 | |
| | Actual | 11,857,748 | 9,583,672 | 722,520 | 3,080,966 | 1,055,088 | |
| | Ahorro | 2,542,791 | -305,514 | 193,511 | 796,287 | - | 3,227,076 |
| 2023 | Propuesta | 10,130,791 | 10,525,716 | 582,004 | 2,345,779 | 1,076,190 | |
| | Actual | 12,699,595 | 10,264,070 | 777,569 | 3,142,586 | 1,076,190 | |
| | Ahorro | 2,568,804 | -261,646 | 195,565 | 796,806 | - | 3,299,529 |
| 2024 | Propuesta | 10,997,373 | 11,209,354 | 639,125 | 2,408,464 | 1,097,714 | |
| | Actual | 13,601,259 | 10,992,814 | 836,275 | 3,205,437 | 1,097,714 | |
| | Ahorro | 2,603,887 | -216,541 | 197,151 | 796,973 | - | 3,381,470 |
| 2025 | Propuesta | 11,967,206 | 11,928,197 | 708,903 | 2,477,753 | 1,119,668 | |
| | Actual | 14,566,921 | 11,773,281 | 899,269 | 3,269,546 | 1,119,668 | |
| | Ahorro | 2,599,716 | -154,916 | 190,366 | 791,793 | - | 3,426,959 |
| 2026 | Propuesta | 13,006,523 | 12,695,628 | 787,948 | 2,548,338 | 1,142,061 | |
| | Actual | 15,601,117 | 12,609,139 | 963,114 | 3,334,937 | 1,142,061 | |
| | Ahorro | 2,594,594 | -86,489 | 175,166 | 786,599 | - | 3,469,870 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Por otro lado, en la Figura 17, se presenta la red de distribución propuesta para Grupo Palmas.

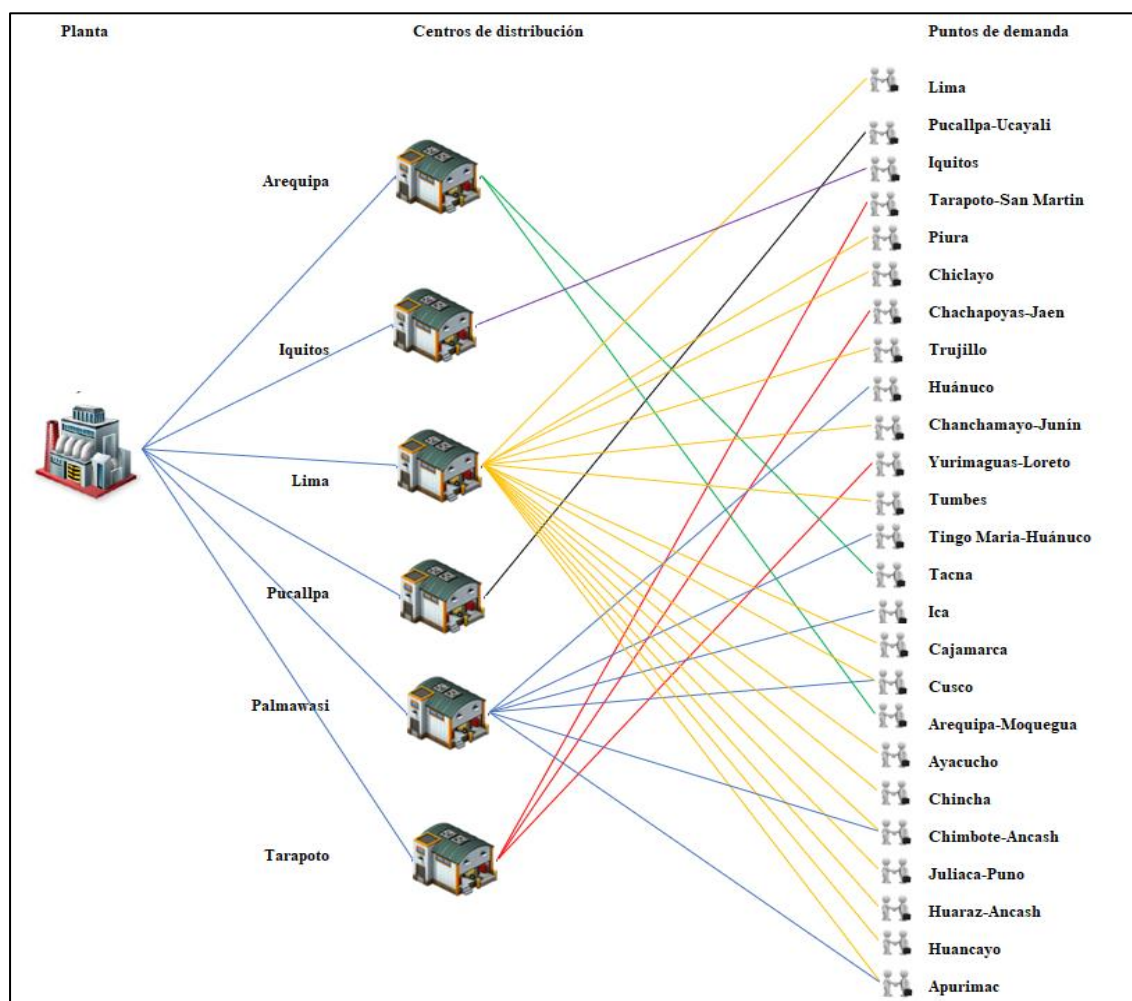


Figura 17. Red de distribución propuesta Grupo Palmas. Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Evaluación financiera

Para el análisis económico, se consideró dentro de la inversión la ampliación y la implementación del actual centro de distribución de Palmawasi. El proyecto es ejecutado en 2021 como año 0 y, para los años 1 a 5, se consideraron como flujo de efectivo los costos de transporte primario y secundario, de almacenamiento, y de *In & Out* y *headcount*. De otro lado, los ahorros que se obtuvieron por el rediseño de la red de distribución resultan de la ampliación del centro de distribución de Palmawasi, el cierre de los centros de distribución de Chiclayo y Piura, y la optimización de rutas después de los cambios.

El resultado de la evaluación económica obtenida en el último año se refleja en la Tabla 26, en la cual se puede observar que el valor actual neto (VAN) del proyecto planteado es de S/ 8,436,649; la tasa interna de retorno, 69 %; y el periodo de recupero, 1,37 años. Tales resultados son la consecuencia de una propuesta basada en decisiones estratégicas, así como *inputs* subjetivos que buscan un resultado cuantitativo ajustado a la realidad.

Tabla 26

Flujo de caja de inversión (en miles de soles)

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|---------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Inversión | -4,022 | | | | | |
| Costo de oportunidad | -180 | -180 | -180 | -180 | -180 | -180 |
| Costos por CD (Almc. / In & Out / HC) | | | | | | |
| Arequipa | | 356 | 366 | 376 | 390 | 401 |
| Chiclayo | | - | - | - | - | - |
| Piura (AB) | | - | - | - | - | - |
| Iquitos | | 306 | 312 | 319 | 325 | 331 |
| Lima | | 2,069 | 2,165 | 2,267 | 2,384 | 2,514 |
| Pucallpa | | 307 | 313 | 319 | 326 | 332 |
| Palmawasi | | 607 | 619 | 631 | 644 | 657 |
| Tarapoto | | 224 | 228 | 233 | 238 | 242 |
| Costos T1 | | 9,315 | 10,131 | 10,997 | 11,967 | 13,007 |
| Costo T2 | | 9,889 | 10,526 | 11,209 | 11,928 | 12,696 |
| Subtotal | | 23,073 | 24,660 | 26,352 | 28,202 | 30,180 |
| Total Ahorros ²⁶ | | 3,227 | 3,300 | 3,381 | 3,427 | 3,470 |
| Flujos | -4,202 | 3,047 | 3,120 | 3,201 | 3,247 | 3,290 |
| Flujo acumulado | -4,202 | -1,155 | 1,965 | 5,166 | 8,413 | 11,703 |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Presentación final del proyecto: Áreas de conocimiento

Gestión de integración. El presente proyecto busca acompañar la demanda creciente del negocio en los próximos cinco años mediante la ampliación de capacidad de almacenamiento del centro de distribución de Palmawasi. El proyecto contempla la participación de profesionales designados de las áreas de operaciones, calidad y logística del Grupo Palmas que aportarán elementos técnicos para la elaboración de la propuesta. A continuación, en la Tabla 27, se presenta el *project charter* del proyecto.

Gestión del alcance. Más adelante, en la Figura 18, se muestra la estructura de desglose del trabajo (EDT).

²⁶ Resultados finales de Tabla 26

Tabla 27

Acta de proyecto

| Acta de Proyecto | | | |
|---|--|--|-------------------------|
| Información general del proyecto | | | |
| Nombre | Diseño y ampliación de un centro de distribución | | |
| Sponsor | Renzo Balarezo | | |
| Nivel de autoridad | Gerente General | | |
| Líder de proyecto | Kathy Román | | |
| Unidad/Área | Supply Chain | | |
| Procesos afectados | Almacenamiento y distribución | | |
| Fecha estimada de inicio | 1/03/2021 | | |
| Fecha estimada de fin | 28/02/2022 | | |
| Ahorros estimados | S/ 19,559,765 | | |
| Inversión estimada | S/ 4,021,918 | | |
| Descripción de problemas, requisitos, propósitos, métricas y entregables | | | |
| Descripción del proyecto | El proyecto "Diseño e Implementación de un Centro de Distribución" consiste en ampliar la capacidad de almacenamiento del centro de distribución (CD) ubicado en Palmawasi con el objetivo de que la red de distribución del Grupo Palmas sea más eficiente. | | |
| Propósito del proyecto | Ampliación de capacidad de almacenamiento del CD ubicado en Palmawasi | | |
| Requisitos funcionales | CD Palmawasi ampliado ubicado en la zona estratégica del oriente del país | | |
| Requisitos de calidad | CD que cumple con los niveles operativos estándar y asegura el nivel de servicio | | |
| Caso de negocio | Mediante un análisis previo, se confirmó la necesidad de ampliar la capacidad del CD Palmawasi con la finalidad de que se puedan reducir los costos operativos del Grupo Palmas. | | |
| Métricas | Porcentaje de avance de construcción, montos en soles ejecutados, porcentaje de cumplimiento de normas y regulaciones vigentes, porcentaje de cumplimiento de especificaciones. | | |
| Entregables esperados | Centro de distribución implementado, Informe Final, Hojas Técnicas y de Operación | | |
| Alcance y cronograma del proyecto | | | |
| Concepto | Objetivos | Criterios de éxito | |
| 1. Alcance | Cumplir con la elaboración de los siguientes entregables: contratos e informes | Aprobación de todos los entregables por parte del directorio | |
| 2. Tiempo | Concluir el proyecto en el plazo fijado por Grupo Palmas | Concluir el proyecto en 52 semanas del 1 de marzo de 2021 al 28 de febrero de 2022 | |
| 3. Costo | Cumplir con el presupuesto estimado del proyecto | No exceder el presupuesto del proyecto | |
| Justificación del proyecto | | | |
| | Justificación cualitativa | Justificación cuantitativa | |
| | Reducir costos operativos de la red de distribución para Grupo Palmas | Flujo de egresos | |
| | Ampliación de capacidad de almacenamiento para Grupo Palmas | Flujo de ingresos | |
| | Impacto económico | VAN, TIR | |
| Cronograma de hitos del proyecto | Hito - Elemento clave | Inicio | Fin |
| | Inicio del proyecto: acta, alcance, planificación | 1 de marzo de 2021 | 30 de abril de 2021 |
| | Diseño, elaboración y aprobación de propuestas: selección constructora | 3 de mayo de 2021 | 30 de junio de 2021 |
| | Ampliación de centro de distribución | 1 de julio de 2021 | 29 de octubre de 2021 |
| | Verificación de diseño de sistemas de soporte | 2 de noviembre de 2021 | 5 de noviembre de 2021 |
| | Implementación de sistemas de soporte | 8 de noviembre de 2021 | 26 de noviembre de 2021 |
| | Auditoría y revisión de especificaciones | 29 de noviembre de 2021 | 29 de noviembre de 2021 |
| | Aprobación de especificaciones y construcción | 30 de diciembre de 2021 | 31 de diciembre de 2021 |
| | Inicio de operaciones de centro de distribución | 3 de enero de 2022 | 3 de enero de 2022 |
| | Solución de desviaciones | 4 de enero de 2022 | 3 de febrero de 2022 |
| | Informe final y cierre de proyecto | 17 de febrero de 2022 | 17 de febrero de 2022 |
| Recursos y costos del proyecto | | | |
| Equipo del proyecto | Kathy Román, Manuel Robles, Jennifer Uchofen, Sebastián Espinoza, Arturo Fernández, Lucero Rivera, Fernando Pallette, Luis Tacza. | | |
| Recursos | Propios y provistos por Grupo Palmas. Incluyen recursos económicos, logísticos, financieros, tecnológicos y humanos. | | |
| Necesidades especiales | Acceso a información, personal y alta dirección. Área de trabajo física y recursos tecnológicos. | | |
| Costo | Actividades / Detalle | Monto | |
| Recursos humanos | Project manager | S/ 60,000 | |
| Implementación | diseño / racks / ventilación | S/ 631,505 | |
| Construcción | cobertura / losa / puertas seccionales | S/ 2,684,319 | |
| Gastos administrativos | licencia / autorizaciones | S/ 5,000 | |
| Contingencias/reservas | 5 % del total | S/ 191,520 | |
| | Costo Total | S/ 4,021,918 | |
| Riesgos y oportunidades del proyecto | | | |
| Riesgos | Leves: Retrasos en compra de materiales, cambios menores de especificación, eventos que generen paro total o parcial de la obra por menos de 15 días. Realizar modificaciones menores para la aprobación del área usuaria. Observaciones menores durante la auditoría. | | |
| | Moderados: Cambio de la ubicación del área del centro de distribución, paralización de obra por falta de permisos locales, observaciones durante la auditoría, eventos que generen paro total o parcial de obra por más de 15 días y menos de 60 días. | | |
| | Graves: Cambio de restricciones legales o regulatorias que impacten en las especificaciones del CD, cancelación del proyecto por parte del Grupo Palmas, falta de conformidad de las auditorías, desaprobación de las especificaciones, falta de autorización por las autoridades locales para la construcción o de inicio de operación del CD, eventos que generen paro total o parcial de obra por más de 60 días. | | |
| Oportunidades | Replicar iniciativa en otras empresas del Grupo Palmas. Capacidad para atender la demanda creciente a nivel nacional. | | |
| Elaborado | Fernando Pallette, Lucero Rivera, Luis Tacza | Fecha: | 15/12/2020 |
| Aprobado | Renzo Balarezo | Fecha: | 30/12/2020 |
| Responsable | Kathy Román | Fecha: | 30/12/2020 |

Nota: Elaboración propia.

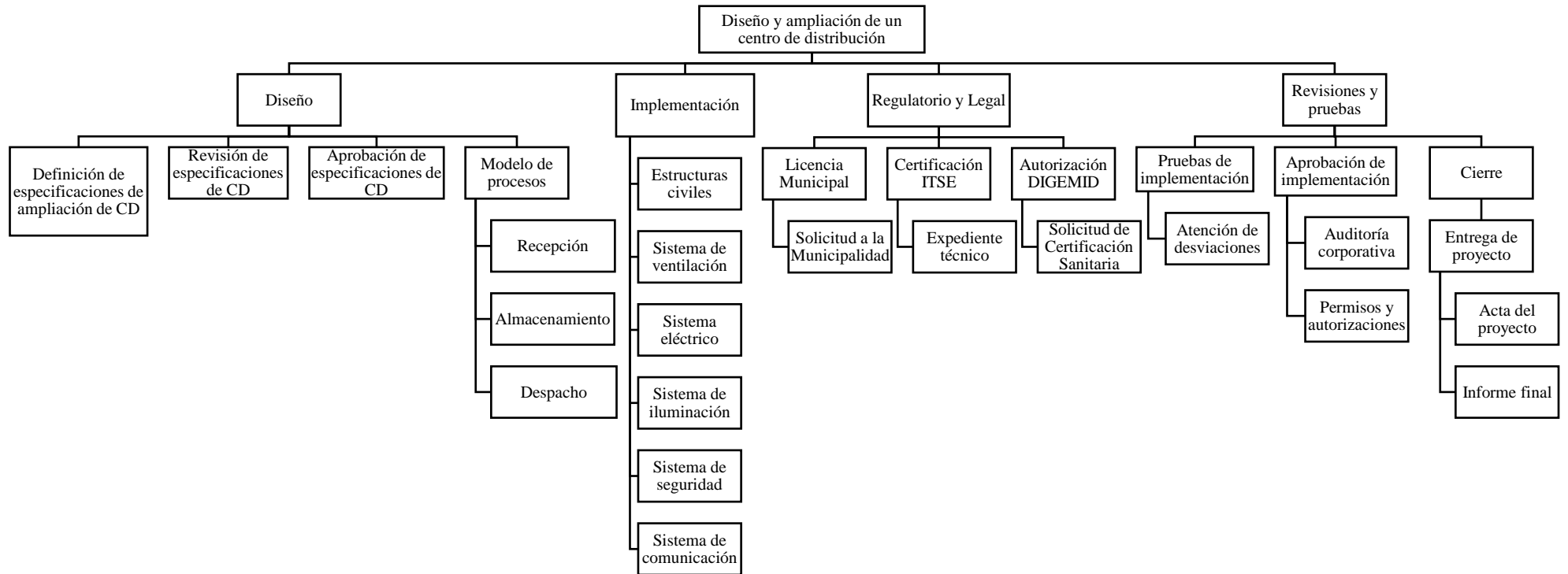


Figura 18. EDT de diseño y ampliación de un centro de distribución. Elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

Conclusiones

La conclusión más resaltante de la investigación es que se puede alinear el modelo de negocio y los métodos científicos en búsqueda de oportunidades de mejora. Para efectos del proyecto, se utilizó la programación lineal para ajustar la cadena de abastecimiento a las demandas del mercado y poder respaldar las decisiones estratégicas del negocio.

Debido a que Palmas mantiene como estrategia la priorización del negocio de consumo masivo, es relevante reducir sus costos operativos para ser más competitivo en el mercado. Por ello, el desarrollo de la tesis busca un resultado que permita reestructurar su red de distribución en el corto y largo plazo, pero sin afectar el nivel de servicio.

El proyecto refleja que una gran cantidad de datos puede ser trabajada y desglosada mediante diferentes etapas que permitan simplificar la información, pero sin afectar la representatividad. Las herramientas utilizadas fueron el pareto de clientes y el centro de gravedad, para agrupar más de 400 clientes en 25 puntos de demanda.

La propuesta final considera las decisiones estratégicas del Grupo Palmas sin dejar de lado la reducción de costos. Por ello, se busca un equilibrio entre la primera y segunda propuesta. En el primer caso, el modelo se enfoca únicamente en búsqueda de eficiencias. Debido a que en los últimos tres años se ha debilitado el desempeño financiero, Grupo Palmas requiriere una alternativa que mejore su rentabilidad y los resultados económicos.

La segunda propuesta se ajusta a las solicitudes de la organización en cuanto a qué centros de distribución deberían mantenerse. Por ello, el ahorro es 28 % menor a la primera propuesta. En este caso, se fuerza a mantener abierto los centros de distribución de Arequipa y Piura para mantener la cobertura y mejorar el nivel de servicio, a pesar de no ser la alternativa óptima. Mientras tanto, se opta por cerrar los centros de distribución de Chiclayo y Pucallpa para compensar la ampliación de Palmawasi.

La evaluación económica financiera de ampliar en un 50 % el centro de distribución de Palmawasi presenta los siguientes resultados financieros: una TIR de 69 % y un VAN de S/ 8,436,649. De esta manera, se refleja la factibilidad del proyecto con una nueva red de distribución optimizada con mayores rendimientos.

Recomendaciones

La ampliación del centro de distribución de Palmawasi compromete una inversión de por medio, así como cambios en los procesos de la red de suministro. Por ello, es necesario el análisis de las diez áreas de conocimiento y la inclusión de un *project manager* desde el inicio del proceso para garantizar el cumplimiento del proyecto a nivel, de costo, tiempo y alcance.

Se recomienda que, a largo plazo, una vez incrementada la demanda y copada la capacidad de almacenamiento, se debería considerar como primera opción seguir ampliando Palmawasi. La distribución primaria representa el 70 % de los costos logísticos; por ello, trabajar desde dicho centro de distribución permite ser más eficiente.

Se recomienda que todo cambio en el diseño de red de la cadena de suministro (SCND) debe mantener como prioridad los objetivos estratégicos de la compañía. Por ello, la propuesta final sólo considera la apertura del centro de distribución de Arequipa, puesto que es el punto de demanda con más crecimiento (150 %). Al ser una empresa de consumo masivo, donde la competitividad de los precios es una necesidad, el resto de los cambios que se realicen deben orientarse a la búsqueda de eficiencia.

Debido a la complejidad de la data utilizada en la investigación y el número de variables de decisión (mayor a 200), se recomienda la aplicación de herramientas como Open Solver. El orden de la información es necesario y facilitará plantear el modelo y analizar sus resultados. Así mismo, es importante definir claramente los conjuntos de datos, variables y parámetros.

Para el desarrollo del proyecto es importante la participación de la alta gerencia en su rol de comunicación y obtener el compromiso de los colaboradores. La ampliación de Palmawasi repercute a casi toda la organización, pero impacta en mayor medida en el Área Comercial y de *Supply Chain*. Por ello, debe existir una coordinación perenne durante el nuevo esquema de distribución, de manera que los clientes no se vean afectados con los cambios realizados.

Bibliografía

- “Producción de aceite de palma genera US\$ 175 millones al año en el país”. (2018, 25 de abril). *Andina*. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-produccion-aceite-palma-genera-175-millones-al-ano-el-pais-707892.aspx>
- Asociación de Exportadores [ADEX]. (2020). *Perú Exporta Boletín Semanal*. Lima: Autor.
- Ballou, R. H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. Ciudad de México, México: Pearson Educación.
- Banco Central de Reserva del Perú [BCRP]. (2020). *Agrícola - Agroexportación e industrial - Palma aceitera*. Recuperado de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05090AA/html>
- Banco Mundial. (2020a). *El costo de mantenerse sanos*. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/34602>
- Banco Mundial. (2020b). *La economía en los tiempos del Covid-19. Informe Semestral de la región América Latino y el Caribe*. Recuperado de <https://openknowledge.worldbank.org/bitstream/handle/10986/33555/211570SP.pdf>
- BBVA Reseach. (2020). *Situación Perú 2T20*. Lima: Autor.
- Bessou, C., & Lénaïc, P. (2016). Impactos ambientales de productos de aceite de palma: ¿Qué podemos aprender del análisis de ciclo de vida? *Palmas*, 37, 225 - 234.
- Brunelli, M. (2015). *Introduction to the Analytic Hierarchy Process*. London, UK: Springer.
- Chase, R., & Jacobs, R. (2006). *Operations Management for Competitive Advantage*. New York, NY: McGraw-Hill Irwin.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. Ciudad de México, México: Pearson.
- "Coronavirus: conoce los bonos otorgados por el Gobierno ante emergencia". (2020, 6 de mayo). *Andina*. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-coronavirus-conoce-los-bonos-otorgados-por-gobierno-ante-emergencia-796122.aspx>

"Fedepalma, presente en Expo Agrofuturo con innovación para el agro". (2018, 21 de agosto).

Agronet. Recuperado de <https://www.agronet.gov.co/Noticias/Paginas/Fedepalma,-presente-en-Expo-Agrofuturo-con-innovaci%C3%B3n-para-el-agro.aspx>

Federación Nacional de Cultivadores de Palmas de Aceite de Colombia [Fedepalma]. (2017).

Innovación tecnológica: estrategias para la competitividad de la agroindustria de la palma de aceite en Colombia. Recuperado de <http://web.fedepalma.org/innovacion-tecnologica-estrategias-para-la-competitividad-de-la-agroindustria-de-la-palma-de-aceite-en-colombia>

Fondo Monetario Internacional [FMI]. (2020a). *Perspectivas de la economía mundial*.

Actualización de las perspectivas de la economía mundial, enero de 2020. Recuperado de <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2020/01/20/weo-update-january2020>

Fondo Monetario Internacional [FMI]. (2020b). *Perspectivas de la economía mundial, abril de 2020*. Recuperado de

<https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2020/04/14/weo-april-2020>

Fort, R., & Borasino Deústua, E. (2016). *¿Agroindustria en la Amazonía? Posibilidades para el desarrollo inclusivo y sostenible*. Lima, Perú: GRADE.

Fülöp, J. (2005). *Introduction to Decision Making Methods*. Recuperado de

https://www.academia.edu/22906650/Introduction_to_Decision_Making_Methods

Grupo Palmas. (2019). *Política de Sostenibilidad de Grupo Palmas*. Recuperado de

https://www.palmas.com.pe/politica_sostenibilidad

Grupo Palmas. (2020a). *Palmas. Cultivando desarrollo*. Recuperado de

https://www.palmas.com.pe/grupo_palmas

Grupo Palmas. (2020b). *Manual de primeros pasos. Programa de onboarding*. Lima, Perú:

Autor.

Grupo Romero. (2009). *30 Aniversario Palmas del Espino* [Película]. Recuperado de

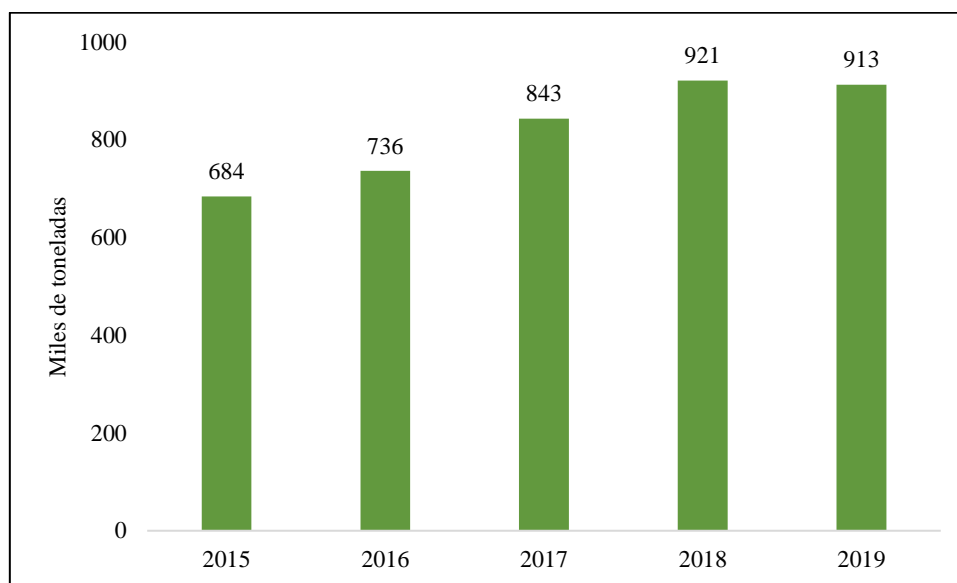
<https://www.youtube.com/watch?v=HdvkwMzX-pM&t=256s>

- Guterres, A. (19 de noviembre de 2020). La corrupción representa la máxima traición a la confianza pública. *Organización Mundial de las Naciones Unidas*. Recuperado de <https://www.un.org/es/coronavirus/articles/statement-corruption-context-covid-19>
- Index Mundi. (2019). Agriculture. Palm Oil. *Index Mundi*. Recuperado de <http://www.indexmundi.com/agriculture/?commodity=palm-oil>
- Instituto Tecnológico de la Producción [ITP]. (2019). *Bienvenidos al CITE. Institución que transfiere tecnología y promueve la innovación en las empresas*. Recuperado de <https://www.itp.gob.pe/nuestros-cite/>
- Investing. (2020). *Futuros aceite crudo de palma*. Recuperado de <https://m.es.investing.com/commodities/crude-palm-oil-historical-data>
- Ipsos Perú. (2017a). *Liderazgo en productos comestibles*. Lima, Perú: Autor.
- Ipsos Perú. (2017b). *Liderazgo en productos de limpieza del hogar y cuidado del bebé*. Lima, Perú: Autor.
- Islam, S. (2008). *Linear Programming*. Dhaka, Bangladesh: Kabir Publications.
- Junta Nacional de Productores de Aceite de Palma [Junpalma]. (30 de noviembre de 2017a). Impacto ambiental de la palma aceitera. *Junpalma Perú*. Recuperado de <https://junpalmaperu.org/blog/impacto-ambiental-palma-aceitera>
- Junta Nacional de Productores de Aceite de Palma [Junpalma]. (28 de noviembre de 2017b). Importancia del Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Palma Aceitera 2017-2027. *Junpalma Perú*. Recuperado de <https://junpalmaperu.org/blog/importancia-plan-nacional-desarrollo-sostenible-palma-aceitera>
- Kaplan, R., & Norton, D. (2008). *Linking Strategy to Operations for Competitive Advantage*. Boston: Harvard Business School Publishing.
- Lindo Systems Inc. (2003). *Optimization modeling with LINGO*. Chicago, IL: Autor.
- Mahmoudi, A., Liu, S., Javed, S., & Abbasi, M. (2019). A novel method for solving linear programming with grey parameters. *Journal of Intelligent and Fuzzy Systems*, 36(3), 1-12.

- Malaysian Palm Oil Board [MPOB]. (2020). *MPOB Daily Malaysia Prices Of Crude Palm Oil (RM/Tonne)*. Recuperado de http://bepi.mpob.gov.my/admin2/price_local_daily_view_cpo_msia.php?jenis=1Y&more=Y&tahun=2021
- Ministerio de Agricultura y Riego [Minagri] (2019). *Plan Nacional de Desarrollo Sostenible de la Palma Aceitera en el Perú (2016-2025)*. Recuperado de https://www.minagri.gob.pe/portal/download/pdf/p-agraria/pnds_2016-2025_propuesta.pdf
- Ministerio de Economía de Finanzas [MEF]. (29 de abril de 2020). "Plan Económico para la contención y reactivación económica frente al COVID-19 ha implementado medidas por S/ 67 199 millones". *Ministerio de Economía y Finanzas*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/mef/noticias/142592-plan-economico-para-la-contencion-y-reactivacion-economica-frente-al-covid-19-ha-implementado-medidas-por-s-67-199-millones>
- Orangutan Alliance. (2020). Palm oils alternatives. *Orangutan Alliance*. Recuperado de <https://orangutanalliance.org/palm-oil-alternatives>
- Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Población*. Recuperado de <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/population/index.html>
- Pacific Credit Rating. (mayo, 2019). *Palmas del Espino y Subsidiarias*. Lima, Perú: Autor.
- "Palmicultores pierden S/ 70 millones en producción de fruto y aceite de palma". (2020, 20 de mayo). *Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/palmicultores-pierden-s-70-millones-en-produccion-de-fruto-y-aceite-de-palma-pandemia-noticia/>
- Phillips-Wren, G., Jain, L. C., Nakamatsu, K., & Howlett, R. J. (2010). *Advances in Intelligent Decision Technologies*. Berlin, Germany: Springer.
- "Pobreza en Perú bajó el 2019 pero subió el nivel de la pobreza extrema" (2020, 20 de mayo). *Gestión*. Recuperado de <https://gestion.pe/peru/nivel-de-pobreza-en-peru-se-redujo- ligeramente-en-el-2019-noticia/?ref=gesr>

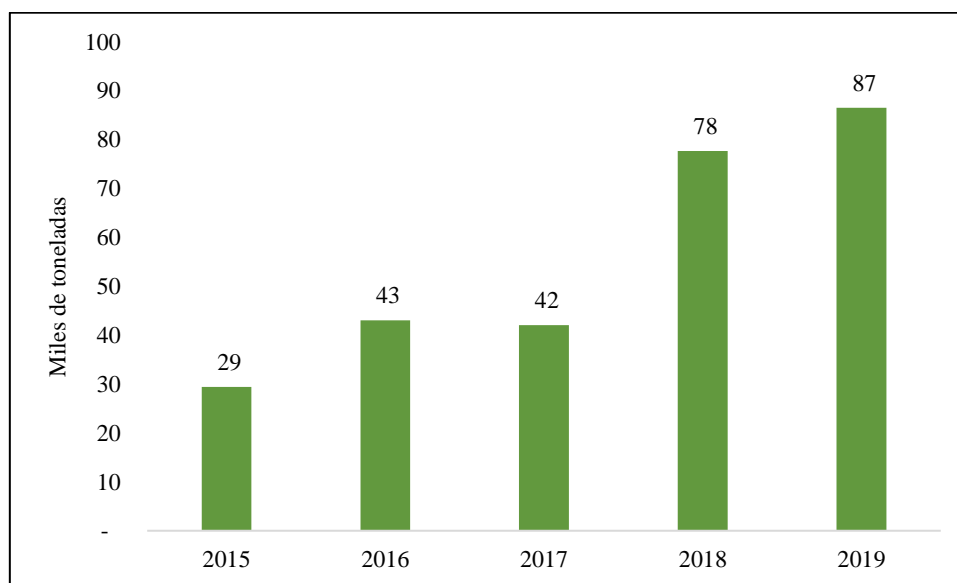
- Puente Riofrío, M., & Gavilánez Álvarez, Ó. (2018). *Programación lineal para la toma de decisiones*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Saaty, T. L. (2012). *Decision Making for Leaders: The Analytic Hierarchy Process for Decisions in a Complex World*. Pittsburgh, PA: RWX Publications.
- Sabaei, D., Erkoyuncu, J., & Roy, R. (2015). *A Review of Multi-Criteria Decision Making Methods for Enhanced Maintenance Delivery*. Bedfordshire, UK: Elsevier.
- Schwab, K. (2019). *The Global Competitiveness Report 2019*. Geneva: World Economic Forum.
- Service Congressional Research. (2020). *Trade Statistics and Outlook*. Washington DC: Autor.
- Stadler, H., Kilger, C., & Meyr, H. (2015). *Supply Chain Management and Advanced Planning*. Berlin, Germany: Springer.
- Swain, F. (13 de enero de 2020). How do we go palm oil free? *BBC*. Recuperado de <https://www.bbc.com/future/article/20200109-what-are-the-alternatives-to-palm-oil>
- Trading Economics. (2020). *Palm Oil*. Recuperado de <https://tradingeconomics.com/commodity/palm-oil#:~:text=Palm%20Oil%20is%20expected%20to,2343.64%20in%2012%20months%20time>
- Vanderbei, R. (2014). *Linear Programming Foundations and Extensions*. Berlin, Germany: Springer.
- Veritrade (2020). *Perú. Exportaciones*. Recuperado de <https://business2.veritradecorp.com/es/mis-busquedas>
- Watson, M., Lewis, S., Cusioppi, P., & Jayaraman, J. (2013). *Supply Chain Network Design- Applying Optimization and Analytics to the Global Supply Chain*. Upper Saddle River, NJ: FT Press.
- Weinberger, K. (2009). *Estrategia para lograr y mantener la competitividad de la empresa*. Lima, Perú: Nathan Associates.

Apéndice A. Producción de palma aceitera en Perú

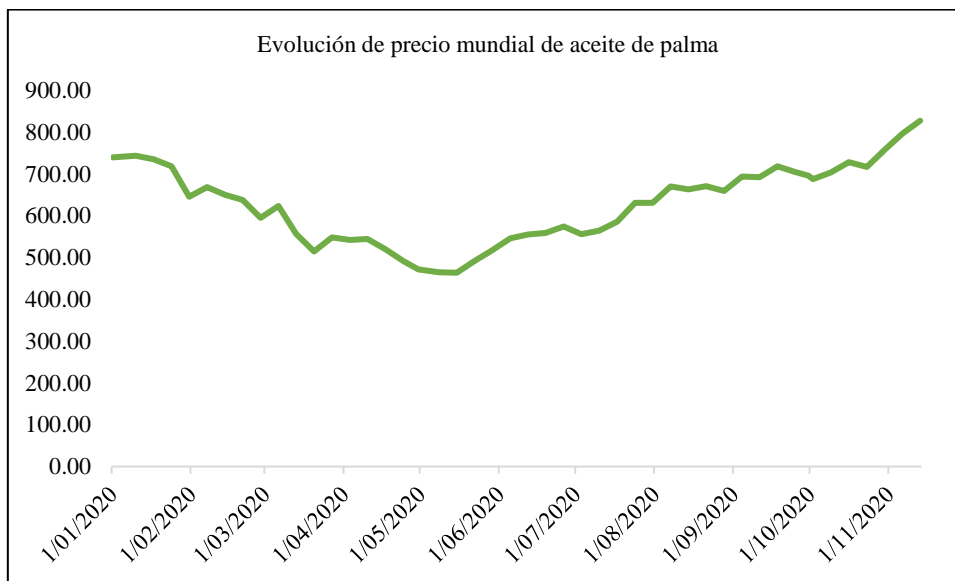


Nota: Adaptado de “Agrícola - Agroexportación e industrial - Palma aceitera”, por Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), 2020. Recuperado de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05090AA/html>

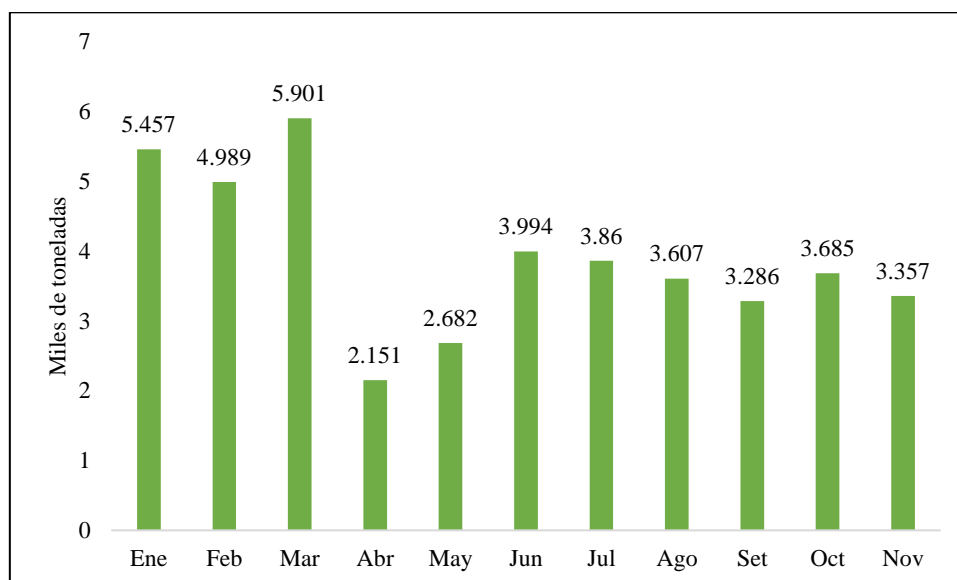
Apéndice B. Crecimiento de exportaciones en Perú



Nota: Adaptado de “Agrícola - Agroexportación e industrial - Palma aceitera”, por Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), 2020. Recuperado de <https://estadisticas.bcrp.gob.pe/estadisticas/series/anuales/resultados/PM05090AA/html>

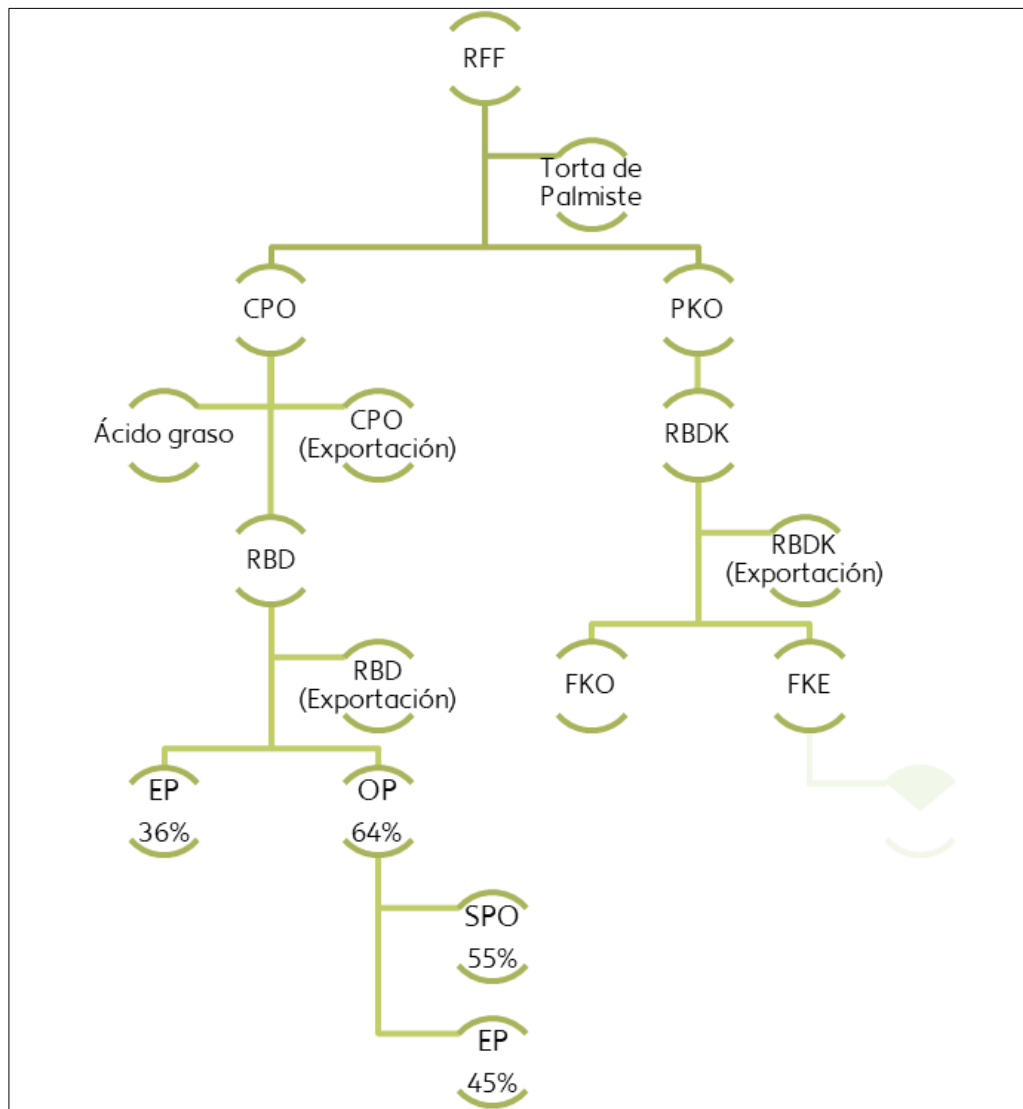
Apéndice C. Evolución de precio mundial de aceite de palma (dólares/tonelada)

Nota: Adaptado de “MPOB Daily Malaysia Prices of Crude Palm Oil (RM/Tonne)”, por Malaysian Palm Oil Board [MPOB], 2020. Recuperado de http://bepi.mpob.gov.my/admin2/price_local_daily_view_cpo_msia.php?jenis=1Y&more=Y&tahun=2021

Apéndice D. Ventas mundiales de aceite de palma 2020

Nota: Adaptado de “Futuros aceite crudo de palma”, por Investing, 2020. Recuperado de <https://m.es.investing.com/commodities/crude-palm-oil-historical-data>

Apéndice E. Balance de masas



Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Apéndice F. Evaluación de procesos críticos utilizando el modelo AHP

Tabla F1

Listado de procesos

| Nombre de los procesos | Codificación |
|--|--------------|
| Planificación | P1 |
| Producción (extracción, refinación y fraccionamiento) | P2 |
| Gestión de inventarios (almacenamiento) | P3 |
| Distribución primaria y secundaria (despacho y distribución) | P4 |
| Logística inversa | P5 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F2

Listado de criterios

| Nombre del criterio | Codificación |
|-----------------------------------|--------------|
| Potencial de ahorro | C1 |
| Nivel de servicio | C2 |
| Flexibilidad | C3 |
| Eficiencias en gestión de activos | C4 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F3

Comparaciones pareadas

| Escala numérica | Escala verbal |
|-----------------|--|
| 1 | Igual importancia |
| 9 | Importancia extrema de un elemento frente a otro |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F4

Determinación de factores de ponderación de los criterios

| | Matriz comparativa | | | |
|----|--------------------|-----|-----|-----|
| | C1 | C2 | C3 | C4 |
| C1 | 1 | 3 | 1/3 | 2 |
| C2 | 1/3 | 1 | 1/6 | 2/3 |
| C3 | 3 | 6 | 1 | 4 |
| C4 | 1/2 | 3/2 | 1/4 | 1 |
| | 4 | 10 | 1 | 7 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F5

Matriz normalizada

| | C1 | C2 | C3 | C4 |
|----|------|------|------|------|
| C1 | 0.21 | 0.26 | 0.19 | 0.26 |
| C2 | 0.07 | 0.09 | 0.10 | 0.09 |
| C3 | 0.62 | 0.52 | 0.57 | 0.52 |
| C4 | 0.10 | 0.13 | 0.14 | 0.13 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F6

Matriz de pesos asignados

| Proceso | Peso |
|---------|------|
| P1 | 23 % |
| P2 | 8 % |
| P3 | 56 % |
| P4 | 13 % |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F7

Criterio 1: Potencial de ahorro

| Matriz comparativa | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|----|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 1 | 4 | 5 | 3 | 6 |
| P2 | 1/4 | 1 | 3 | 1/2 | 3 |
| P3 | 1/5 | 1/3 | 1 | 1/3 | 2 |
| P4 | 1/3 | 2 | 3 | 1 | 5 |
| P5 | 1/6 | 1/3 | 1/2 | 1/5 | 1 |
| | 1.95 | 7.67 | 12.5 | 5.03 | 17 |

| Matriz normalizada | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 0.51 | 0.52 | 0.4 | 0.6 | 0.35 |
| P2 | 0.13 | 0.13 | 0.24 | 0.1 | 0.18 |
| P3 | 0.1 | 0.04 | 0.08 | 0.07 | 0.12 |
| P4 | 0.17 | 0.26 | 0.24 | 0.2 | 0.29 |
| P5 | 0.09 | 0.04 | 0.04 | 0.04 | 0.06 |

| Matriz de pesos asignados | |
|---------------------------|------|
| Proceso | Peso |
| P1 | 48 % |
| P2 | 15 % |
| P3 | 8 % |
| P4 | 23 % |
| P5 | 5 % |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F8

Criterio 2: Nivel de ahorro

| Matriz comparativa | | | | | |
|--------------------|------|-------|------|------|-------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 1 | 3 | 1 | 1/3 | 2 |
| P2 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/5 | 1 |
| P3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 3 |
| P4 | 3 | 5 | 2 | 1 | 5 |
| P5 | 1 | 2 | 1/3 | 1/5 | 1 |
| | 6.83 | 16.00 | 3.53 | 2.40 | 11.50 |

| Matriz normalizada | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 0.15 | 0.19 | 0.14 | 0.14 | 0.17 |
| P2 | 0.05 | 0.06 | 0.06 | 0.08 | 0.04 |
| P3 | 0.29 | 0.31 | 0.28 | 0.28 | 0.26 |
| P4 | 0.44 | 0.31 | 0.42 | 0.42 | 0.43 |
| P5 | 0.07 | 0.13 | 0.09 | 0.08 | 0.09 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F9

Criterio 3: Flexibilidad

| Matriz comparativa | | | | | |
|--------------------|------|-------|------|------|-------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 1 | 3 | 1 | 1/4 | 2 |
| P2 | 1/3 | 1 | 1/5 | 1/6 | 1 |
| P3 | 2 | 5 | 1 | 1 | 3 |
| P4 | 4 | 6 | 2 | 1 | 5 |
| P5 | 1 | 2 | 1/3 | 1/5 | 1 |
| | 7.83 | 17.00 | 4.03 | 2.12 | 11.50 |

| Matriz normalizada | | | | | |
|--------------------|------|------|------|------|------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 0.13 | 0.18 | 0.12 | 0.12 | 0.17 |
| P2 | 0.04 | 0.06 | 0.05 | 0.08 | 0.04 |
| P3 | 0.26 | 0.29 | 0.25 | 0.24 | 0.26 |
| P4 | 0.51 | 0.35 | 0.50 | 0.47 | 0.43 |
| P5 | 0.06 | 0.12 | 0.08 | 0.09 | 0.09 |

Nota: Elaboración propia.

Tabla F10

Criterio 4: Gestión de activos

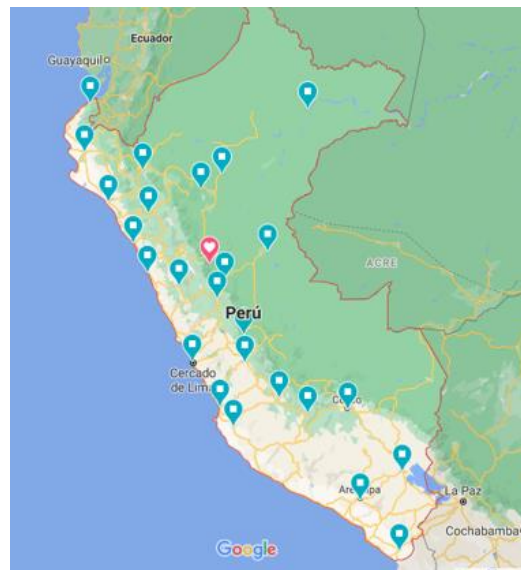
| Matriz comparativa | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| P2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| P3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| P4 | 2/5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| P5 | 1/3 | 1 | 2/5 | 1 | 1 |
| | 4.40 | 3.67 | 5.57 | 7.50 | 8.50 |



| Matriz comparativa | | | | | |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 |
| P1 | 1 | 1 | 2 | 3 | 3 |
| P2 | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 |
| P3 | 1 | 1 | 1 | 2 | 3 |
| P4 | 2/5 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| P5 | 1/3 | 1 | 2/5 | 1 | 1 |
| | 4.40 | 3.67 | 5.57 | 7.50 | 8.50 |

| Matriz de pesos asignados | |
|---------------------------|------|
| Proceso | Peso |
| P1 | 26 % |
| P2 | 28 % |
| P3 | 19 % |
| P4 | 13 % |
| P5 | 13 % |

Nota: Elaboración propia.

Apéndice G. Ubicación del COG de clúster de demanda



-  Centro de distribución, identificado por marcador color rojo
-  Clúster de demanda, identificado por marcador color azul

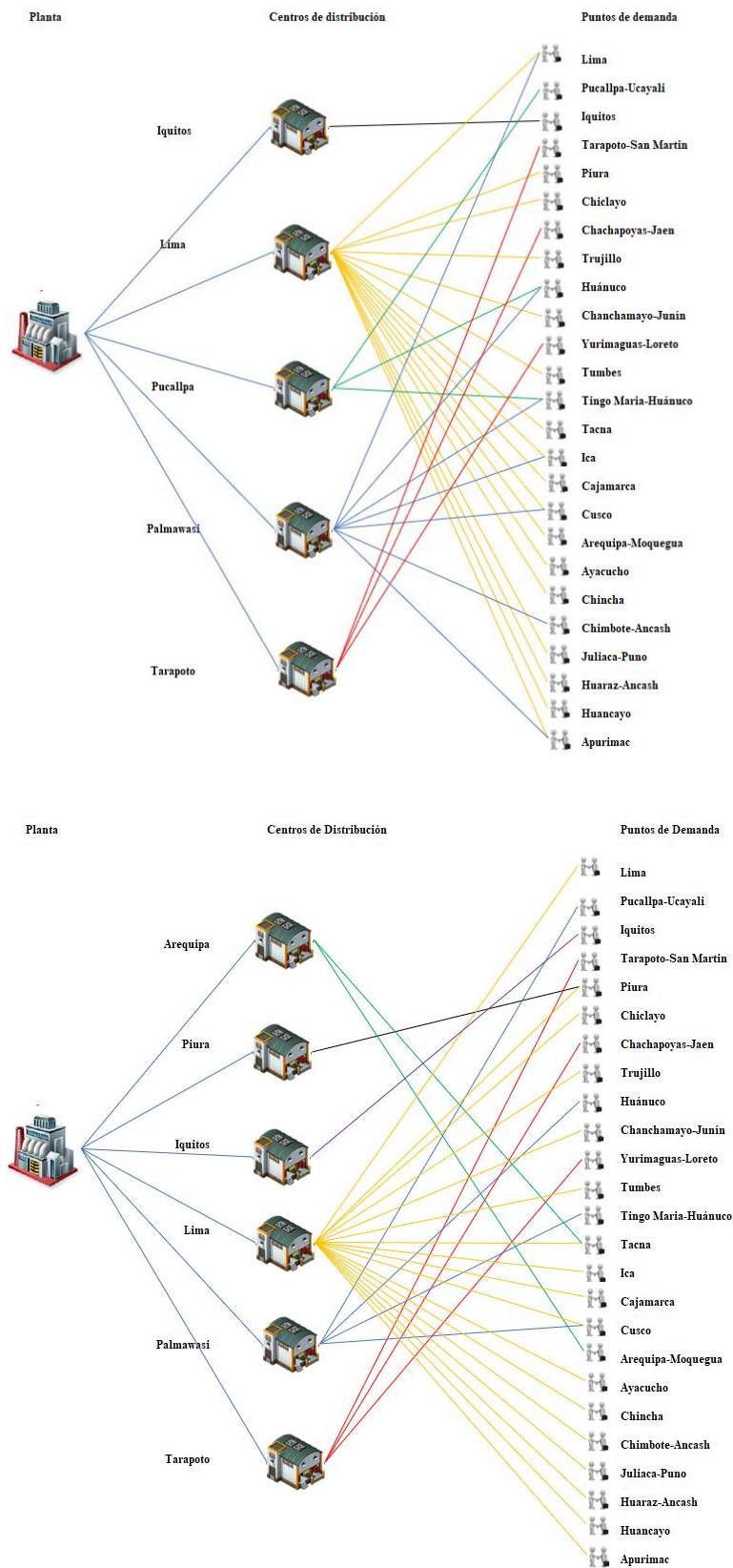
Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Apéndice H. Asignación de mercados a los centros de distribución

| | | Arequipa DC 1 | Chiclayo DC 2 | Piura DC 3 | Iquitos DC 4 | Lima DC 5 | Pucallpa DC 6 | PW DC 7 | Tarapoto DC 8 |
|------------|---------------------|------------------|------------------|---------------|-----------------|--------------|------------------|------------|------------------|
| D1 | Lima | | | | | X | | X | |
| D2 | Pucallpa-Ucayali | | | | | | | X | |
| D3 | Iquitos | | | | X | | | | |
| D4 | Tarapoto-San Martín | | | | | | | | X |
| D5 | Piura | | | X | | X | | | |
| D6 | Chiclayo | | | | | X | | | |
| D7 | Chachapoyas-Jaén | | | | | | | | X |
| D8 | Trujillo | | | | | X | | | |
| D9 | Huánuco | | | | | | | X | |
| D10 | Chanchamayo-Junín | | | | | X | | | |
| D11 | Yurimaguas-Loreto | | | | | | | | X |
| D12 | Tumbes | | | | | X | | | |
| D13 | Tingo María-Huánuco | | | | | | | X | |
| D14 | Tacna | X | | | | | | | |
| D15 | Ica | | | | | | | X | |
| D16 | Cajamarca | | | | | X | | | |
| D17 | Cusco | | | | | | | X | |
| D18 | Arequipa-Moquegua | X | | | | | | | |
| D19 | Ayacucho | | | | | X | | | |
| D20 | Chincha | | | | | X | | | |
| D21 | Chimbote-Ancash | | | | | | | X | |
| D22 | Juliaca-Puno | | | | | X | | | |
| D23 | Huaraz-Ancash | | | | | X | | | |
| D24 | Huancayo | | | | | X | | | |
| D25 | Apurímac | | | | | | | X | |

Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Apéndice I. Propuesta 1 nivel reducción de costos y propuesta 2 nivel de servicio



Nota: Adaptado de Grupo Palmas, comunicación personal, 2020.

Nota biográfica

Fernando Javier Pallete Astocondor Salazar

Titulado en Negocios Internacionales por la Universidad de Lima. Cuenta con más de ocho años de experiencia en las áreas de comercio exterior y gestión comercial de empresas del rubro pesquero y comercio. Cuenta con una especialización en finanzas aplicadas y cursos en gestión de canales de distribución. Tiene experiencia de vida en países como Suecia y Brasil, y ha realizado viajes de capacitación a Chile y Estados Unidos. Actualmente, labora como coordinador de Exportaciones & Importaciones en la multinacional de *retail* H&M.

Lucero del Rosario Rivera Trujillo

Licenciada en Administración por la Universidad del Pacífico. Cuenta con seis años de experiencia en diferentes áreas de *supply chain* en empresas de consumo masivo. Dentro de la formación del área de Servicio al Cliente en Mead Johnson, destacó la implementación de *vendor management inventory* (VMI) con su principal cliente. El establecimiento de indicadores como OTIF y *fill rate*, y la obtención de 97 % en este último también permitieron una mejor captura de las necesidades de los clientes. Así mismo, generó altas eficiencias en Reckitt Benckiser mediante la reducción de inventarios de más de 20 % en los mercados de Perú y Ecuador gracias a la gestión con las diferentes plantas y áreas locales.

Luis Alberto Tacza Mariño

Titulado en Ingeniería Industrial por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Cuenta con más de 10 años de experiencia en las áreas de servicio al cliente, transporte y distribución, almacenes, y gestión de inventarios en empresas del sector hidrocarburo y venta directa. Ha recibido capacitaciones en diferentes países de la región como Brasil, Argentina y México para la posterior implementación local de proyectos logísticos. Actualmente, se desempeña en el cargo de jefe de Almacén en Natura Cosméticos.