

**PROPUESTA DE UNA RED LOGÍSTICA PARA MEJORAR LOS PROCESOS  
RELACIONADOS CON LA DISTRIBUCIÓN DE FRUTO EN LAS PLANTAS  
DE SAN ALBERTO Y SABANA DE TORRES DE LA EMPRESA INDUPALMA  
LTDA**

**MARIA ESNEDA BARRERA ALVARADO  
ID. 118797**



**Universidad  
Pontificia  
Bolivariana**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERIAS  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
FLORIDABLANCA  
2013**

**PROPUESTA DE UNA RED LOGÍSTICA PARA MEJORAR LOS PROCESOS  
RELACIONADOS CON LA DISTRIBUCIÓN DE FRUTO EN LAS PLANTAS  
DE SAN ALBERTO Y SABANA DE TORRES DE LA EMPRESA INDUPALMA  
LTDA**

**MARIA ESNEDA BARRERA ALVARADO  
ID. 118797**

**PRACTICA EMPRESARIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE INGENIERÍA  
INDUSTRIAL**



**DIRECTOR PROYECTO  
M.Sc ORLANDO FEDERICO GONZALEZ CASALLAS**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA  
ESCUELA DE INGENIERIAS  
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
FLORIDABLANCA  
2013**



## NOTA DE ACEPTACIÓN

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del Director del Proyecto

---

Firma del Jurado

Floridablanca, 27 de mayo de 2013

A Dios, por guiarme en cada instante de mi vida permitiéndome llegar hasta este punto, y quien me fortalece y renueva con su infinita bondad y amor.

A mis padres Victoria y José de Jesús, por su profundo amor y apoyo en todo momento, quienes dándome consejos e inculcándome sus valores han formado la persona que soy.

A mis hermanos Fanny, Elkin y Edgar quienes vivifican la perseverancia, constancia y optimismo, brindándome su amor, amistad y apoyo incondicional en todo mi ser.

A mis sobrinos Juan José y Alejandro quienes son mi fortaleza, quienes me forjan para ser mejor persona cada día con capsulas de aprendizaje diario cargados de paciencia, fe y amor.

A mis familiares, amigos, docentes y conocidos que formaron parte directo o indirecta en la construcción de este trabajo.

Expreso mi más sincero agradecimiento:

A la Universidad Pontificia Bolivariana, institución que brindó todo los elementos de mi formación no solamente profesional, acompañada por el sentido humanístico, la profunda fe en Dios y el compromiso de trabajar por una mejor sociedad.

A Indupalma, organización que permitió desarrollar la práctica empresarial desde el departamento de Gestión Logística.

A todo el equipo humano de Indupalma, que permitieron conocer diversas culturas, y quienes con su compromiso permitieron mi desarrollo en el cargo que asumí, en especial al departamento de Gestión Logística donde desempeñe mi labor.

A mis tutores empresariales José Julián Ortega y Mario Meza, por su participación y seguimiento de la práctica.

Al departamento agronómico quienes formaron parte de mi equipo de trabajo y base fundamental para desarrollar el presente trabajo, en especial al Ingeniero Agrónomo Andrés Argumero.

A Karen Peña y Vanessa Valencia, que brindaron su compañía y apoyo incondicional durante los seis meses de prácticas en San Alberto, Cesar.

Y finalmente a mi tutor Orlando Federico Gonzáles, por su incondicional seguimiento y participación en el desarrollo del presente trabajo, quien con su vocación docente ayudo al perfeccionamiento de mi labor.

## TABLA DE CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO .....	6
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABLAS .....	11
LISTA DE GRÁFICAS.....	17
RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO .....	19
GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE.....	20
INTRODUCCIÓN .....	21
1.GENERALIDADES DE LA EMPRESA.....	23
1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA .....	23
1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA / PRODUCTOS Y SERVICIOS .....	23
1.3 NÚMERO DE EMPLEADOS.....	24
1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL .....	24
1.5 DIRECCIÓN Y TELÉFONO .....	25
1.6 RESEÑA HISTÓRICA.....	26
1.6.1 Nacimiento y crecimiento: 1961-1977.....	26
1.6.2 Crisis: 1977-1994.....	27
1.6.3 Indupalma sigue adelante: 1994-2006.....	28
1.6.4 Indupalma crece: 2006-2020 .....	29
1.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO.....	30
2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA .....	32
3. ANTECEDENTES.....	35
4. JUSTIFICACIÓN.....	37
5. OBJETIVOS.....	39
5.1 OBJETIVO GENERAL .....	39
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	39
6. MARCO TEÓRICO .....	40
6.1 CONFIGURACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.....	41
6.2 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN .....	41
6.3 CADENA DE SUMINISTROS – SUPPLY CHAIN .....	42

6.4 LOGÍSTICA DE UBICACIÓN Y TRANSPORTE .....	47
6.4.1 Logística de Distribución: Ubicación de Instalaciones .....	48
6.4.1.1 Clasificación.....	54
6.4.1.2 Método del centro de gravedad .....	55
6.4.1.3 Método del Barrido.....	56
6.4.1.4 Modelo de la distancia en línea recta.....	56
6.4.1.5 Programación Lineal .....	57
6.4.2 Logística de Distribución: Gestión de Transporte .....	57
6.4.2.1 Logística Interna de Transporte .....	58
6.4.2.2 Logística Externa de Transporte .....	59
7. ACTIVIDADES DESARROLLADAS.....	64
7.1. FACTORES CRÍTICOS PARA EL DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA EN INDUPALMA LTDA. ASOCIADA A LA DISTRIBUCIÓN DE FRUTO.....	64
7.1.1 Diagnóstico base de identificación de los factores críticos para el diseño de una red logística asociada a la distribución de fruto: Entrevista Ingeniero Director de Proyectos Asociados a Indupalma .....	64
7.1.2 Inventario del equipamiento actual de la empresa para el transporte de fruto de Indupalma Ltda. ....	66
7.1.3 Información de la organización del sistema de distribución: Encuesta aplicada a los interventores Ingenieros Agrónomos encargados de los proyectos. ....	70
7.1.3.1 Objetivo General .....	70
7.1.3.2 Objetivos Específicos.....	70
7.1.3.3 Diseño metodológico.....	70
7.1.3.4 Presentación de Resultados .....	72
7.2 ANÁLISIS EL COMPORTAMIENTO DE LOS FACTORES CRÍTICOS HALLADOS, PARA CONOCER EL ESCENARIO ACTUAL. ....	83
7.2.1. Diagnóstico del sistema de alce y transporte manejado por Indupalma ...	83
7.2.1.1. Sistema manejado por cada administrador encargado del proyecto (Jefes de Producción de Proyectos Asociados).....	84
7.2.1.2. Sistema manejado actualmente en los Centros de Acopio, como estrategia de la gerencia.....	94
7.3 DETERMINAR UBICACIÓN Y NÚMERO ÓPTIMO DE CENTROS DE ACOPIO PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS ASOCIADOS AL FRUTO DE LA PALMA (MATERIA PRIMA) .....	98
7.3.1 Información Preliminar .....	98

7.3.2 Análisis de información para ubicación de centros de acopio.....	101
7.3.3 Tipo de Muestreo, cálculo del tamaño y selección de muestra.....	102
7.3.4 Tratamiento de datos para la ubicación de los centros de acopio. ....	109
7.3.5 Logística de Ubicación de Instalaciones .....	118
7.4 DEFINIR LAS RUTAS ÓPTIMAS DE TRANSPORTE DE FRUTO CON MODELOS MATEMÁTICOS.....	137
7.4.1 Gestión de Transporte .....	138
7.4.1.1 Logística Externa de Transporte: Diseño de Ruteo, Heurística Clark and Wright - Matriz de Distancias y Método de Ahorros. ....	140
Fase I: Inicialización, Matriz de Distancias .....	140
Fase II: Cálculo de los Ahorros, Matriz de Ahorros.....	152
Fase III: Diseño de rutas según el ahorro de distancia. ....	157
Fase IV: Diseño de Rutas acentuado a la realidad de Indupalma Ltda. ....	178
7.5 SIMULACIÓN LA RED LOGÍSTICA DE ACUERDO AL COMPORTAMIENTO DE LOS FACTORES.....	206
7.5.1 Resumen de datos obtenidos al diseñar las rutas propuestas.....	206
7.5.2 Selección del simulador .....	220
7.5.3 Diseño y Montaje de simulación de la red logística propuesta.....	220
7.6 EVALUACIÓN LOS COSTOS INHERENTES AL MANEJO DE LA FLOTA ENTRE LOS PREDIOS, CENTROS DE ACOPIO Y PLANTAS EXTRACTORAS.....	223
7.6.1 Manejo de costos del sistema tradicional de transporte de los Proyectos Asociados a Indupalma Ltda.....	223
7.6.2 Política de Compra de Fruto a Terceros .....	223
7.6.3 Tarifas manejadas para el transporte de fruto en Indupalma y Oro Rojo .....	224
7.6.4 Evaluación de costos inherentes a la propuesta de red logística.....	226
7.7 DIAGNOSTICO ESCENARIO PROPUESTO DE RED LOGÍSTICA FRENTE A SATISFACER LAS NECESIDADES DE INDUPALMA LTDA., BAJO LA VARIABLE COSTO TOTAL TENIENDO EN CUENTA LOS LINEAMIENTOS DE BUENAS PRÁCTICAS LOGÍSTICAS Y SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN.....	243
7.7.1 Evaluación de propuesta con respecto a los costos de transporte: Sistema Tradicional vs Sistema Propuesto.....	243
7.7.2 Determinación de factibilidad del escenario propuesto (red logística diseñada), con relación a los costos, los lineamientos de buenas prácticas logísticas y los sistemas integrados de gestión .....	253



CONCLUSIONES .....	257
RECOMENDACIONES .....	262
BIBLIOGRAFÍA .....	263
ANEXOS .....	265

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Negocios de Indupalma - Palma.....	23
Figura 2. Negocios de Indupalma - Caucho.....	24
Figura 3. Estructura Organizacional que soporta el modelo integral de Indupalma .....	25
Figura 4. Procesos de la Cadena de Abastecimiento .....	31
Figura 5. Actividades involucradas en la Gestión Logística .....	48
Figura 6. Actividades involucradas en la Gestión Logística .....	52
Figura 7. Método del barrido.....	56
Figura 8. Procedimiento iterativo del método del agente viajero o Clark and Wright .....	62
Figura 9. Problema de Ruteo de Vehículos .....	62
Figura 10. Manejo de carromato alado por búfalo. ....	85
Figura 11. Malla para la Recolección del Fruto de Palma.....	87
Figura 12. Principales fallas de las mallas, utilizadas para la recolección de fruto.....	88
Figura 13. Equipo de cosecha utilizado en el palmar de la Vizcaína .....	90
Figura 14. Alce manual de racimos en el campo experimental.....	91
Figura 15. Agrupación de proyectos asociados o terceros a Indupalma.....	101
Figura 16. Ubicación de CA propuestos en mapa de Indupalma. ....	139
Figura 17. Ejemplo de rutas antes y después de unirse, aplicando el método de ahorros de distancias.....	140
Figura 18. Simulación de Diseño de Ruteo propuesto para el Centro de Acopio Indupalma en temporada baja. ....	222
Figura 19. Factores para evaluar la implementación del Diseño de la Red Logística. Establecer Relación Beneficio- Costo .....	254
Figura 20. Influencia del Diseño propuesto en los factores evaluados para la toma decisiones estratégicas.....	255

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Datos de Siembra Cultivos Propios Indupalma .....	66
Tabla 2. Datos de Siembra de Proyecto Asociado a Indupalma .....	67
Tabla 3. Datos de Vehículos para el Alce de Fruto de Cultivos Propios de Indupalma Ltda., manejados por Alrio Ltda. ....	67
Tabla 4. Datos de Vehículos para el Transporte de Fruto de Cultivos Propios Indupalma Ltda., manejados por Alrio Ltda. ....	68
Tabla 5. Datos de Elementos para el Transporte de Fruto de Cultivos Propios Indupalma Ltda., manejados por Alrio Ltda. ....	69
Tabla 6. Cantidad de Operarios Requeridos por Alrio Ltda., para el Alce y Transporte de Fruto de Cultivos Propios Indupalma Ltda.....	69
Tabla 7. Población a aplicar instrumento de “Encuesta Factores Críticos para el Diseño de una Red Logística en Indupalma Ltda., y sus Proyectos Asociados	71
Tabla 8. Ficha técnica de la investigación .....	72
Tabla 9. Actividades y condiciones para los proyectos en el alce de los racimos de fruto de palma a la maquinaria de carga y en el transporte a la Planta Extractora asignada, con el sistema de Centros de Acopio.....	95
Tabla 10. Información General Proceso de Transporte – Indupalma.....	98
Tabla 11. Información General de Vehículos utilizados en Alrio (Empresa Filial Transportadora de Indupalma).....	99
Tabla 12. Resolución 001782 de 2009 (Mayo 08), Artículo 8°, Peso Bruto Vehicular (PBV) para los vehículos de transporte de carga a nivel nacional. .	100
Tabla 13. Relación de los proyectos asociados a Indupalma, sus respectivos predios y parcelas.....	101
Tabla 14. Selección de Muestra: predios de proyectos asociados a estudiar.	103
Tabla 15. Muestra de los Predios de los Proyectos Asociados a estudiar en la presente propuesta de una red logística para mejorar los procesos relacionados con la distribución de fruto en las plantas de San Alberto y Sabana de Torres de la empresa Indupalma Ltda.....	105
Tabla 16. Predios seleccionados para llevar RFF a San Alberto (Planta de Indupalma), según menor distancia a plantas .....	109
Tabla 17. Predios seleccionados para llevar RFF a Sabana de Torres (Planta Oro Rojo), según menor distancia a plantas. ....	110

Tabla 18. Ubicación de Predios en el plano (x,y) tomando como punto de origen la planta a donde se le es asignado el envío de fruto: Indupalma. ....	112
Tabla 19. Ubicación de Predios en el plano (x, y) tomando como punto de origen la planta a donde se le es asignado el envío de fruto: Oro Rojo.....	113
Tabla 20. Especificaciones de trabajo en la planta de Indupalma y Oro Rojo según temporada de cosecha.....	118
Tabla 21. Total de Producción mensual de la muestra de predios seleccionados. ....	118
Tabla 22. Producciones Máxima y Mínima de la muestra de Predios de Proyectos Asociados con destino Planta Extractora Indupalma. ....	120
Tabla 23. Producciones Máxima y Mínima de la muestra de Predios de Proyectos Asociados con destino Planta Extractora Oro Rojo. ....	121
Tabla 24. Producciones de la muestra de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Indupalma, según cuadrante de plano cartesiano. ....	123
Tabla 25. Producciones de la muestra de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Oro Rojo, según cuadrante de plano cartesiano. ....	124
Tabla 26. Producciones máximas y mínimas según cuadrante de plano cartesiano de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Indupalma.....	125
Tabla 27. Predios agrupados para envío de fruto a CA -Indupalma. ....	126
Tabla 28. Predios agrupados para envío de fruto a CA-2.....	126
Tabla 29. Producciones máximas y mínimas según cuadrante de plano cartesiano de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Oro Rojo. ....	128
Tabla 30. Predios agrupados para envío de fruto al CA Planta Extractora Oro Rojo. ....	128
Tabla 31. Predios agrupados para envío de fruto al CA Zona Sur.....	129
Tabla 32. Predios agrupados para envío de fruto al CA Zona Norte. ....	129
Tabla 33. Resultados Método Centro de Gravedad Generalizado para CA-2	132
Tabla 34. Resultados Método Centro de Gravedad Generalizado CA-Zona Sur. ....	134
Tabla 35. Resultados Método Centro de Gravedad Generalizado para CA-Zona Norte.....	134
Tabla 36. Ubicación de Centros de Acopio.....	138

Tabla 37. Matriz de Distancias CA- Indupalma (1).....	141
Tabla 38. Matriz de Distancias CA- 2.....	143
Tabla 39. Matriz de Distancias CA- Oro Rojo. ....	146
Tabla 40. Matriz de Distancias CA- Zona Sur.....	148
Tabla 41. Matriz de Distancias CA- Zona Norte.....	150
Tabla 42. Ahorros para predios asignados al CA- Indupalma.....	152
Tabla 43. Ahorros para predios asignados al CA- 2. ....	153
Tabla 44. Ahorros para predios asignados al CA- Oro Rojo. ....	154
Tabla 45. Ahorros para predios asignados al CA- Zona Sur.....	155
Tabla 46. Ahorros para predios asignados al CA- Zona Norte. ....	155
Tabla 47. Explicación de secuencia lógica. ....	157
Tabla 48. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA- Indupalma. ....	158
Tabla 49. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA-2. ....	160
Tabla 50. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA - Oro Rojo. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA - Oro Rojo. ....	168
Tabla 51. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA – Zona Sur. ....	171
Tabla 52. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA – Zona Norte.....	173
Tabla 53. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA Indupalma. ....	180
Tabla 54. Configuración de rutas para cobertura CA Indupalma. Temporada Alta.....	182
Tabla 55. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Indupalma. ....	183
Tabla 56. Configuración de rutas para cobertura CA Indupalma. Temporada Baja.....	185
Tabla 57. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA-2.....	185
Tabla 58. Configuración de rutas para cobertura CA - 2. Temporada Alta. ....	188
Tabla 59. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA – 2.....	189
Tabla 60. Configuración de rutas para cobertura CA Indupalma. Temporada Baja.....	191

Tabla 61. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA Oro Rojo	192
Tabla 62. Configuración de rutas para cobertura CA Oro Rojo. Temporada Alta.	193
Tabla 63. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Oro Rojo.	194
Tabla 64. Configuración de rutas para cobertura CA Oro Rojo. Temporada Alta.	195
Tabla 65. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Oro Rojo.	196
Tabla 66. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Sur. Temporada Alta.	197
Tabla 67. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Oro Rojo.	198
Tabla 68. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Sur. Temporada Baja.	199
Tabla 69. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA Zona Norte.	200
Tabla 70. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Norte. Temporada Alta.	202
Tabla 71. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Zona Norte.	203
Tabla 72. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Norte. Temporada Alta.	205
Tabla 73. Tiempo promedio de las actividades del proceso de alce manual, según el tipo de transporte por cada tonelada recolectada.	206
Tabla 74. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Alta.	208
Tabla 75. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio 2 en Temporada Alta.	209
Tabla 76. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Alta.	211
Tabla 77. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Alta.	212
Tabla 78. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Alta.	213
Tabla 79. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Baja.	215

Tabla 80. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio 2 en Temporada Baja. ....	216
Tabla 81. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Baja. ....	217
Tabla 82. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Baja. ....	218
Tabla 83. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Baja. ....	219
Tabla 84. Tarifas de transporte de fruto para 2013.....	225
Tabla 85. Variables tenidas en cuenta para determinar el valor de tarifas de transporte en Indupalma. ....	225
Tabla 86. Costos de Transporte para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Alta. ....	227
Tabla 87. Costos de Transporte para Centro de Acopio 2 en Temporada Alta. ....	228
Tabla 88. Costos de Transporte para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Alta.....	229
Tabla 89. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Alta. ....	230
Tabla 90. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Alta. ....	231
Tabla 91. Costos de Transporte para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Baja. ....	232
Tabla 92. Costos de Transporte para Centro de Acopio 2 en Temporada Baja. ....	233
Tabla 93. Costos de Transporte para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Baja.....	234
Tabla 94. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Baja. ....	235
Tabla 95. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Baja. ....	236
Tabla 96. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-Indupalma, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto. ....	237
Tabla 97. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-2, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto.....	238
Tabla 98. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-Oro Rojo, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto. ....	239

Tabla 99. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-Oro Rojo, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto. ....	241
Tabla 100. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Indupalma. ....	245
Tabla 101. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA - 2..	246
Tabla 102. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Oro Rojo. ....	250
Tabla 103. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Zona Sur. ....	251
Tabla 104. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Zona Norte. ....	252



## LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Duración en el Departamento Agronómico de Indupalma Ltda .....	73
Gráfica 2. Nivel de educación de los Ingenieros Jefes de Producción de Proyectos Asociados de Indupalma Ltda.....	74
Gráfica 3. Principales problemas detectados de la nueva propuesta de Centros de Acopio (CA) presentado por la dirección de plantación Indupalma Ltda.....	75
Gráfica 4. Principales problemas que se tienen con el antiguo sistema para la recolección de fruto de los predios a la planta extractora. ....	76
Gráfica 5. Nivel de importancia de implementación de Centros de Acopio (CA) en Indupalma Ltda. ....	77
Gráfica 6. Proceso de Cambio del antiguo sistema manejado por los Jefe de Producción o Administrador del proyecto al nuevo sistema de Centros de Acopio.....	78
Gráfica 7. Calificación del conocimiento de las partes involucradas.....	78
Gráfica 8. Adaptación de sistema de Centro de Acopio para la realidad que tiene Indupalma Ltda. ....	79
Gráfica 9. Lineamientos impartidos por la alta dirección en cuanto a Centros de Acopio.....	80
Gráfica 10. Resultados en cuanto a procesos, mejoramiento de recolección, mermas, acidez del fruto (entre otros), del nuevo sistema de CA.....	81
Gráfica 11. Los proyectos a cargo se están acogiendo a su propuesta de CA (Sombrilla de Alrio Ltda.) .....	82
Gráfica 12. Diagrama de flujo del sistema manejado por cada administrador encargado del proyecto (Jefes de Producción de Proyectos Asociados) .....	94
Gráfica 13. Plano de Predios de Proyectos Asociados de la muestra seleccionada con destino a la Planta Extractora Indupalma (San Alberto).....	116
Gráfica 14. Plano de Predios de Proyectos Asociados de la muestra seleccionada con destino a la Planta Extractora Oro Rojo (San Alberto) .....	117
Gráfica 15. Producción mensual de RFF de los predios de la muestra seleccionada.....	119
Gráfica 16. Logística de Ubicación de Instalaciones.....	119
Gráfica 17. Explicación Método del Barrido aplicado al diseño de red logística. ....	122

Gráfica 18. Zonas de cubrimiento de los Centros de Acopio propuestos para la Planta Extractora Indupalma.....	127
Gráfica 19. Zonas de cubrimiento de los Centros de Acopio propuestos para la Planta Extractora Oro Rojo. ....	130
Gráfica 20. Ubicación de centros de acopio para Planta Extractora Indupalma. ....	133
Gráfica 21. Ubicación de centros de acopio para Planta Extractora Oro Rojo. ....	136
Gráfica 22. Combinación de rutas para CA- Indupalma.....	142
Gráfica 23. Combinación de rutas para CA- 2. ....	145
Gráfica 24. Combinación de rutas para CA- Oro Rojo. ....	147
Gráfica 25. Combinación de rutas para CA- Zona Sur.....	149
Gráfica 26. Combinación de rutas para CA- Zona Norte. ....	151
Gráfica 27. Diseño de ruta base para CA Indupalma.....	159
Gráfica 28. Diseño de ruta base para CA 2. ....	167
Gráfica 29. Diseño ruta base para CA – Oro Rojo.....	170
Gráfica 30. Diseño ruta base para CA – Zona Sur.....	172
Gráfica 31. Diseño ruta base para CA – Zona Norte. ....	177
Gráfica 32. Propuesta de ruteo para el CA- Indupalma en Temporada Alta...	181
Gráfica 33. Propuesta de ruteo para el CA- Indupalma en Temporada Baja..	184
Gráfica 34. Propuesta de ruteo para el CA- 2 en Temporada Alta.....	187
Gráfica 35. Propuesta de ruteo para el CA- 2 en Temporada Baja.....	190
Gráfica 36. Propuesta de ruteo para el CA- Oro Rojo en Temporada Alta. ....	193
Gráfica 37. Propuesta de ruteo para el CA- Oro Rojo en Temporada Baja. ...	195
Gráfica 38. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Sur en Temporada Alta.....	197
Gráfica 39. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Sur en Temporada Baja. ....	199
Gráfica 40. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Norte en Temporada Alta..	201
Gráfica 41. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Norte en Temporada Alta..	204

## **RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO**

**TITULO:** Propuesta de una red logística para mejorar los procesos relacionados con la distribución de fruto en las Plantas de San Alberto y Sabana de Torres de la empresa Indupalma Ltda.

**AUTOR:** Maria Esneda Barrera Alvarado

**FACULTAD:** Facultad de Ingeniería Industrial

**DIRECTOR:** Orlando Federico Gonzales Casallas

### **RESUMEN**

Indupalma Ltda., ha venido creciendo significativamente, involucrando en el desarrollo de sus actividades negocios inclusivos, productos de inversión, servicios de operaciones a través de proyectos estructurados, desarrollo de los negocios del caucho y oleo química. De la misma manera que la organización va creciendo en sus negocios, debe fortalecer su operación logística.

Soportado en ello, se presenta una propuesta de red logística que satisfaga la oferta de fruto según la producción obtenida por los clientes de negocios asociados, teniendo en cuenta las restricciones logísticas, legales y geográficas que presenta el negocio de extracción de palma de aceite. Además de caracterizar los factores críticos para el diseño de una red logística en Indupalma Ltda., asociada a la distribución de fruto e inmersa en la realidad de la compañía, analizando el comportamiento de estos factores hallados para conocer el escenario actual y así tener un diagnóstico base de cuál es la necesidad existente que soporta la creación de un sistema logístico, la administración de flota de equipo de transporte y ruteos diseñados según las restricciones de la zona.

Para el diseño a proponer se determinan la ubicación y número óptimo de centros de acopio para minimizar los riesgos asociados al fruto de la palma, teniendo en cuenta la optimización del uso de los recursos y la minimización de distancia total recorrida. Se da paso a la implementación de modelos logísticos en la gestión del transporte (rutas), que es soportado con la simulación de la red logística. Este diseño se evalúa con respecto a los costos inherentes al manejo de la flota entre los predios, centros de acopio y plantas extractoras, factor que ayuda para determinar si el escenario propuesto de red logística satisface las necesidades de Indupalma, bajo el costo total y la relación costo-beneficio de su creación.

**PALABRAS CLAVE:** Red logística, Localización, Centros de Acopio, Logística transporte, Ruteo.

## **GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE**

**TITLE:** Proposal of a logistic network to improve the processes related to the distribution of fruit in the plants of San Alberto and Sabana de Torres of the Company Indupalma Ltda.

**AUTHOR:** Maria Esneda Barrera Alvarado

**FACULTY:** Facultad de Ingeniería Industrial

**DIRECTOR:** Orlando Federico Gonzales Casallas

### **RESUMEN**

Indupalma Ltda., it has come growing significantly, involving in the development of its activities inclusive business, products of investment, operations services across structured projects, development of the business of the rubber and oil chemistry. In the same way that the organization is growing in their businesses, it must strengthen its logistics operation.

Supported in this, it presents a proposal of logistics network that satisfies the offer of fruit depending on the production obtained by the associate business clients, bearing in mind the logistic, legal and geographical restrictions that there presents the business of extraction of palm of oil. In addition to characterize the critical factors for the design of a network logistics in Indupalma Ltda., associated with the distribution of fruit and immersed in the reality of the company, analyzing the behavior of these factors found to meet the current scenario and thus have a diagnosis based of what is the existing need to support the creation of a logistics system, the fleet management of transport equipment and routing designed according to the restrictions in the area.

For the design to be proposed there decide the place and ideal number of centers of gathering to minimize the risks associated with the fruit of the palm, taking into account the optimization of the use of the resources and the minimization of total distance travelled. It is passed to the implementation of logistic models in the management of the transport (routes), which is supported by the simulation of the logistic network. This design is evaluated with regard to the costs inherent in the management of the fleet among the farms, collection centers and extraction plants, a factor that helps to determine if the proposed scenario of logistics network meets the needs of Indupalma under the total cost and the cost-benefit ratio of its creation

**KEY WORDS:** logistic Network, Location, Centers of Collection, Logistics of transport, Truck driver.

## INTRODUCCIÓN

Por su versatilidad, la agroindustria de la palma de aceite es la principal fuente de aceites vegetales en el mundo. En el 2010, de los 133,6 millones de toneladas de aceite producidas por las diferentes fuentes vegetales, los aceites de palma y de palmiste participaron con el 37% y el 4%, respectivamente (LMC, 2010).

Se debe conocer entonces a los principales productores de aceite crudo de palma (ACP) en el mundo que son Indonesia y Malasia, quienes aportan el 87,7% de la producción de ACP, Colombia, por su parte, es el principal productor de América latina y participa con el 1,6% de la producción mundial de ACP (en 2010 produjo 753.117 toneladas de ACP, según datos de Fedepalma 2011)<sup>1</sup>.

Indupalma Ltda., es una empresa que en el 2012 cumplió 52 años de funcionamiento en el país; siendo la primera planta agroindustrial para la extracción de aceite en el país, desde hace 4 años está trabajando por incursionar en el Mercado del caucho, el cual según sus estudios prospectivos, es una excelente opción de diversificación a largo plazo.

La empresa desde hace unos años también no solo se dedica a la parte agronómica e industrial, sino que también ha incursionado en ser banca de inversión y operaciones, lo cual le ha permitido crecer como empresa y empezar a pensar en clientes y no solo en Grasco, que es su único comprador de aceite (que de igual forma es el dueño del grupo empresarial al cual pertenece Indupalma)

Sumándose a esto la meta de crecimiento de la palma al 2020 del 100%, el desarrollo de los negocios del caucho y oleo química genera un fortalecimiento en su operación logística, capaz de soportar todas las áreas a las que pertenece la empresa.

Partiendo de este acuerdo, en lo que respecta en temas logísticos, Indupalma Ltda., hasta la fecha no tiene un diseño de red logística estructurado, eso solo teniendo en cuenta la Industria de la Extracción de Aceite de palma, y solo se tiene datos manejados por los Ingenieros Agrónomos, principales encargados

---

<sup>1</sup> FONTANILLA, Carlos Andrés. Modelo de Asignación de Centros de Acopio para una Plantación de Palma de Aceite. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial. Bogotá, Abril 2012. p., 12.

en el desarrollo de la cadena de abastecimiento en el tema agronómico de la palma.

De cara a la meta establecida por Indupalma Ltda., es necesario proponer y diseñar una red logística, que atienda la necesidad de planeación logística asociada a la definición y optimización de centros de acopio, esquemas de distribución de la materia prima y los insumos requeridos para la extracción de palma de aceite en la plantación, negocios administrados y proyectos asociados a INDUPALMA LTDA, ubicada en la zona del Magdalena medio Colombiano en los departamentos de Cesar, Santander y Norte de Santander.

Como información relevante en la industria de la extracción de aceite se debe conocer que los racimos de fruta fresca (RFF), producidos en los cultivos de palma de aceite, son la materia prima a partir de la cual se extrae el ACP. Estos deben ser transportados el mismo día en que son cosechados desde las fincas productoras hasta las plantas de beneficio (también llamadas extractoras), para que allí sean sometidos a procesos mecánicos que conducen a la extracción del ACP y otros derivados<sup>2</sup>.

Al no hacer parte del objetivo principal de los procesos de producción agronómica y de beneficio primario en la extracción de aceite, la logística de transporte de RFF desde las fincas hacia la planta de beneficio ha sido relegada a un segundo plano<sup>3</sup>. Sin embargo, debido a que esta afecta la calidad y cantidad de aceite a extraer, la utilización de los recursos disponibles para la cosecha, y el costo mismo del transporte, es un tema que merece la atención.

En cuanto a la calidad del aceite a obtener, se requiere que los RFF sean despachados en el menor tiempo posible para evitar la pérdida de humedad de los RFF y el incremento en la formación de ácidos grasos libres (AGL), que impacta la calidad del aceite causando la disminución del precio de venta<sup>4</sup>.

Bajo estas condiciones, a continuación se presenta a Indupalma Ltda., una red logística que satisface la oferta de fruto según la producción obtenida por los clientes de negocios asociados, teniendo en cuenta las restricciones logísticas, legales y geográficas que presenta el negocio de extracción de palma de aceite para sus dos plantas extractoras Sabana de Torres (Santander) y San Alberto (Cesar).

---

<sup>2</sup> *Ibíd.*, p.11.

<sup>3</sup> *Ibíd.*, p.11.

<sup>4</sup> *Ibíd.*, p.12.

## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA

### 1.1 NOMBRE DE LA EMPRESA

INDUPALMA LTDA: Industria Agrícola de la Palma Ltda.

### 1.2 ACTIVIDAD ECONÓMICA / PRODUCTOS Y SERVICIOS

Indupalma participa en el mercado del aceite de palma, y recientemente en el sector de caucho, a través de los siguientes negocios: estructuración, operación logística y/o administración de proyectos, comercialización de productos agroindustriales, y negocios de inversión<sup>5</sup>. A continuación se muestra los principales negocios de Indupalma tanto en el negocio de la palma (Figura 1.) como en el caucho (Figura 2.)

Figura 1. Negocios de Indupalma - Palma



Fuente: Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma.

<sup>5</sup>ALDANA, Daniel; CALDERON, Marcela; JIMENEZ, Juan Pablo. Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma. B.O.T. Concesión de Gerencia. Bogotá, Julio de 2011. 2 p.

Figura 2. Negocios de Indupalma - Caucho



Fuente: Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma.

### 1.3 NÚMERO DE EMPLEADOS

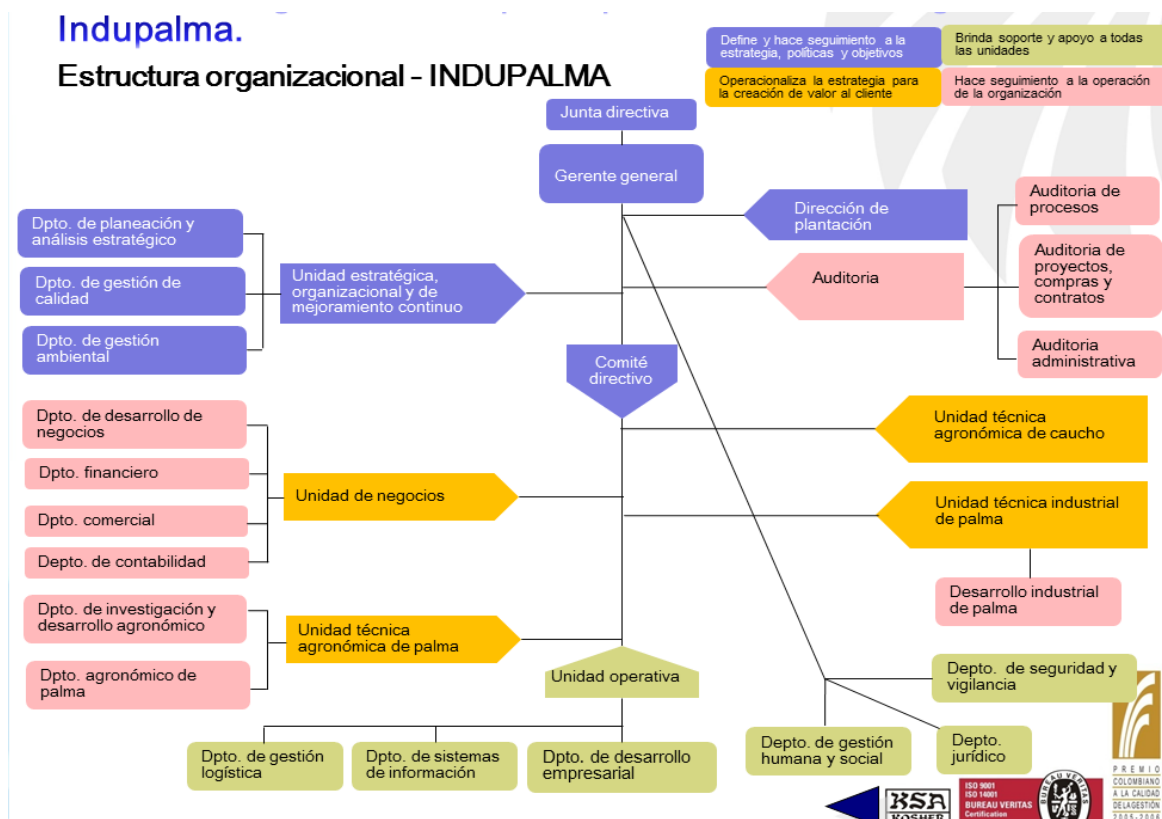
Indupalma Ltda., cuenta con cuatrocientos setenta y un (471) empleados contratados de manera directa en sus dos sucursales: Bogotá (Oficinas Administrativas) y San Alberto – Cesar (Plantación).

### 1.4 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL

Indupalma Ltda., está conformada por siete grandes ramas que inicia desde la Dirección General y seis unidades conformadas así: (1) Unidad Estratégica, Organizacional y de Mejoramiento Continuo; (2) Unidad de Negocios; (3) Unidad Técnica Agronómica de Palma; (4) Unidad Técnica Industrial de Palma; (5) Unidad Operativa y (6) Unidad Técnica Agronómica de Caucho; para ser visualizados ver Anexo 1. Organigrama Indupalma Ltda. (*Formato Excel*). A manera de resumen se presenta a continuación un esquema de la estructura organizacional de como Indupalma gestiona sus negocios (Figura 3).



Figura 3. Estructura Organizacional que soporta el modelo integral de Indupalma



Fuente: Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma.

### 1.5 DIRECCIÓN Y TELÉFONO

Indupalma Ltda., tiene dos oficinas en las cuales se distribuyen las responsabilidades así: Bogotá –Oficina principal donde se encuentra la gerencia general y varias áreas administrativas; Plantación, ubicada en San Alberto –Cesar donde se encuentran tanto los cultivos, la planta extractora, los laboratorios y varias oficinas administrativas indispensables para el desarrollo de sus principales procesos productivos.

**BOGOTÁ DC.:** Calle 67 N°. 7-94 Piso 8°  
PBX: (++1) 347 00 10 FAX: (++1) 212 10 68/16  
A.A:6226

**PLANTACIÓN:** Km. 10 Vía Panamericana, San Alberto, Cesar  
PBX: (++5) 565 69 69 FAX: (55) 565 92 51 (5) 565 69 69

## 1.6 RESEÑA HISTÓRICA

### 1.6.1 Nacimiento y crecimiento: 1961-1977

“Hacia 1914 llegó Morís Gutt a Colombia a trabajar con su tío Salomón Gutt, dedicado entonces al comercio. El joven de apenas trece años, había nacido en Kiev, en el seno de una familia Judía.

El 2 de enero de 1950 fundó la fábrica de Grasas y Productos Químicos que más tarde la llamó Grasco y se convirtió en una Sociedad Anónima. Entonces quiso tener un cultivo de palma africana que abasteciera de materia prima (aceite) a su fábrica.

Tras adquirir las tierras, ubicadas en San Alberto – Cesar que cumpliría con las condiciones meteorológicas y climáticas para el cultivo de la palma, el equipo de Morís Gutt se lanzó a conseguir socios capaces de medirse ante la empresa proyectada. Además de Grasco, participaron en la Empresa entidades tan importantes como Babaria, Seguros Bolívar, la Nacional de Seguros y el Instituto IRHO, los cuales conformaban la Asamblea de Accionistas que nombraba a la Junta Directiva y ésta a su vez designaba al Presidente. Morís Gutt ocupó este cargo hasta su muerte en 1971, cuando le sucedió Carlos Haime.

En 1961 se firmó la escritura de constitución de Industrial Agraria la Palma Indupalma S.A. como principal empresa proveedora de materia prima a Grasco<sup>6</sup>, con el propósito de proveer materia prima básica a la industria nacional de grasas, aceites, jabones, detergentes y productos industriales, uno de los principales jugadores del sector.

“La primera Planta Extractora de Indupalma para el procesamiento de fruto fue montada y empezó a funcionar en 1965, bajo la dirección de Raymond Van Tit, ingeniero mecánico belga. Esta fábrica operaba manualmente, luego en 1966 tras la llegada del Luis Guillermo Bernal a Indupalma como Director técnico se contrató la construcción, montaje y puesta en funcionamiento la nueva planta extractora. Era una planta con la mejor tecnología de la época, la mayoría de los equipos eran importados de Amsterdam y así el ocho de octubre de 1967, con la presencia del Presidente de la República, Carlos Lleras Restrepo, la inauguración de la nueva planta extractora fue un

---

<sup>6</sup> CECODES. Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible. Asociados a CECODES: Indupalma. Disponible en: <<http://www.cecodes.org.co/index.php/acerca-de-cecodes/asociados/60.html>> [Consultado: 27 de enero de 2013]

acontecimiento nacional y uno de los momentos culminantes en la historia de Indupalma”<sup>7</sup>.

La compañía inició operaciones al sur del Cesar en un área de algo más de 5.000 hectáreas y una planta extractora con tecnología de punta para la época. Tras un inicial crecimiento vertiginoso llegó a tener 2.000 empleados lo cual impulsó el crecimiento demográfico y económico de la zona y el consecuente establecimiento del municipio de San Alberto<sup>8</sup>.

“El cultivo de la palma africana tiene algunas características especiales que Miguel Fadul (2001) describe a continuación

- El cultivo es de largo plazo, requiere de tres años para iniciar su producción, produce por treinta años y demanda un mantenimiento permanente. En ese sentido es similar al cultivo del café por cuanto necesita de un buen pulmón financiero para subsistir los primeros años.
- Requiere de un proceso industrial relativamente complejo para la extracción eficiente del aceite por lo que se necesita una planta productiva cercana al cultivo. Como cualquier proceso industrial con líquidos, tiene economías de escala importantes y una escala de planta mínima para ser rentable. De la misma forma, por el bajo contenido de aceite en la fruta con relación a otros productos como el agua, el costo de transporte resulta un limitante importante para ser competitivo. Por esa razón son cultivos que tienen cierta concentración regional.
- El requisito anterior hace que exista un área mínima de (5000) hectáreas para que sea rentable la construcción de una planta extractora”<sup>9</sup>

### **1.6.2 Crisis: 1977-1994**

En 1977 la empresa enfrentó grande presiones sindicales que entre otras cosas exigían la incorporación a la nómina de aquellos trabajadores de los contratistas que desempeñaban labores agrícolas. El mismo M19 (grupo armado al margen de la ley) participó en las

---

<sup>7</sup> Ibíd., p.1.

<sup>8</sup> ALDANA; CALDERON y JIMENEZ. Op. cit., 4, 5.

<sup>9</sup> PRIETO, Andrés. Informe El Modelo de Gestión de Indupalma. Consultoría en Estrategia y RSE. p. 17. Disponible en: <[http://www.indupalma.com/sites/default/files/gallery/Informe\\_Modelo\\_de\\_Gestion-esp.pdf](http://www.indupalma.com/sites/default/files/gallery/Informe_Modelo_de_Gestion-esp.pdf)> [Consultado: 27 de enero de 2013]

presiones con el secuestro del gerente general de la empresa. Indupalma no tuvo otra salida en dicho momento que ceder.

En los años posteriores, diferentes grupos armados al margen de la ley continuaron con la presión en las negociaciones de las convenciones colectivas, lo que sumado a la apertura del sector palmero a finales de los años 80 y la caída de los precios internacionales del aceite de Palma, llevó a una carga laboral que sumaba el 84% de los ingresos de la empresa. El estancamiento de la tecnología, la falta de renovación de los cultivos y la baja educación y capacitación de sus trabajadores, acentuaron aún más la crisis.

### **1.6.3 Indupalma sigue adelante: 1994-2006**

A partir de la mitad de la década de los 90, Indupalma Ltda., encontró en el fomento de las cooperativas de trabajo para la prestación de servicios agrícolas - hoy en día las Unidades Autónomas Empresariales (UAEs)- el mecanismo para salir de la crisis. En complemento, implementó la estrategia de Educación para todos, a través del programa de capacitación a los asociados de las UAEs en los tres aspectos: técnico, empresarial y del ser. Con ello empezó la concepción e implementación inicial del modelo integral de desarrollo agroindustrial de Indupalma Ltda.

Paralelamente puso en marcha un plan para construir una relación basada en la confianza entre la empresa y el sindicato que entre otros logros permitió la firma de una convención colectiva a 10 años.

En esta etapa los directivos de la empresa hicieron un ejercicio prospectivo del cual surgió el escenario de visión denominado la —Ampliación de la frontera palmera. Bajo dicho marco se estructuraron y ejecutaron los dos proyectos bandera del modelo integral de desarrollo agroindustrial - El Palmar y El Horizonte.

Todo lo anterior, estuvo acompañado por el fortalecimiento administrativo de la compañía, lo que le permitió obtener las certificaciones ISO 9001, ISO 14.001 y OHSAS y el Premio Colombiano a la Calidad de la Gestión 2005-2006.

#### **1.6.4 Indupalma crece: 2006-2020**

Como resultado de este proceso de transformación, a partir de 2006 Indupalma decidió ampliar el alcance de su negocio y creó la división de IBIO – Indupalma Banca de Inversión, Operación de Proyectos y Comercialización - cuyo propósito es la estructuración, operación logística y comercialización de proyectos agronómicos de terceros en los sectores de palma de aceite, y más recientemente en el sector de caucho. Con el fin de completar la cadena de valor productiva alrededor de estos proyectos administrados, se estableció como objetivo el montaje de una planta extractora cada 10.000 hectáreas cultivadas<sup>10</sup>.

En el 2012, Indupalma Ltda. se encuentra administrando diecisiete proyectos asociados\*, con inversiones en el sector del caucho en regiones apartadas como el Meta y en el Vichada, una apuesta que va dirigida al desarrollo sostenible en regiones apartadas del país, y que es impulsada por su visión mega para 2020, tanto en hectáreas cultivadas como en esencia de desarrollo social.

---

<sup>10</sup> ALDANA; CALDERON y JIMENEZ. Op. cit., 4, 5.

\* Proyectos Asociados hacen referencia a las agrupaciones de los predios administrados por Indupalma, que se aglomeran según la gestión del Departamento de Desarrollo Empresarial Indupalma Ltda.

## 1.7 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA ESPECÍFICA DE TRABAJO

Es preciso decir que en este momento Indupalma Ltda., está inmersa en un proceso de transformación y evaluación de todos sus procesos, trabajo realizado por la empresa *Price Wather House Coopers*\* (*PwC*).

Ahora cuando Indupalma Ltda. hace una reestructuración de sus procesos, lo que anteriormente se desarrollaba en la Unidad Operativa con el nombre de Gestión Logística abre paso a un Macro-proceso llamado Gestión de la Cadena de Abastecimiento cuyo objetivo principal es “gestionar el movimiento confiable de suministros y productos entrantes y salientes, así como satisfacer las necesidades de los clientes en cuanto a la disponibilidad y cumplimiento en la entrada de los productos y servicios; soportado en el fomento y desarrollo de proveedores, que inicia desde la planificación de las compras y la búsqueda o conformación de empresas para la contratación del servicio o suministro del bien, de acuerdo con las necesidades de todos los procesos y finaliza con la entrada del producto terminado al cliente”<sup>11</sup>.

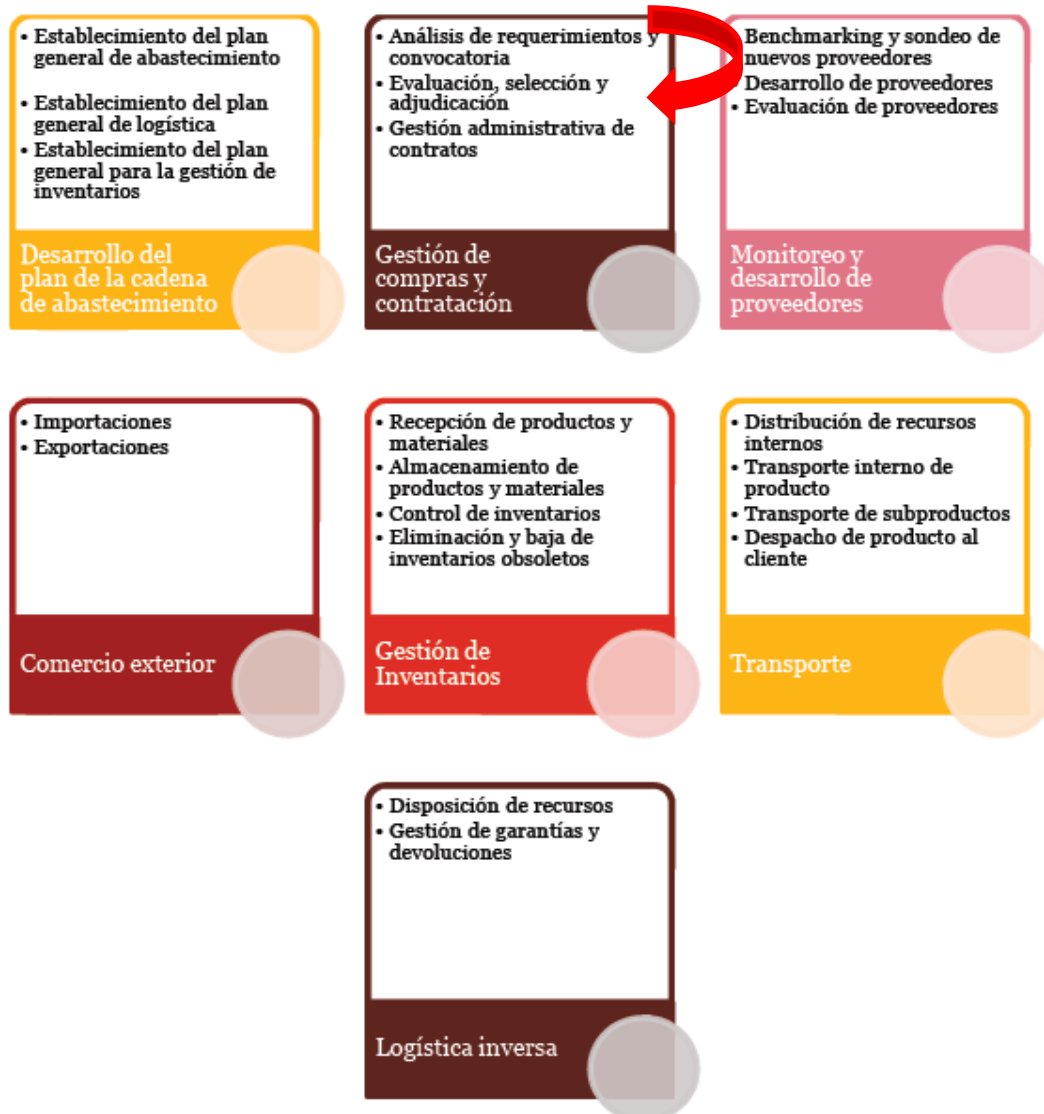
A continuación se muestra en la Figura 4 los cinco procesos que conforman este macro-proceso, dentro de este se encuentra el proceso de Gestión de Compras donde el practicante se encuentra adelantando su trabajo de grado, específicamente en el área agronómica, relacionado con todas las compras encargadas por el departamento agronómico requeridas para el desarrollo de actividades en campo y en los diferentes predios de los proyectos asociados además de algunas compras requeridas en el área administrativa de San Alberto – Cesar (por ejemplo: refrigerios, implementos para actividades de capacitaciones o recreativas, entre otras)

---

\* Cuando se refiera a Price WatherHouseCoopers se señalará con las iniciales PwC.

<sup>11</sup> PRICE WATHER HOUSE COOPERS. Mapa de Procesos de Indupalma. Septiembre 2012. 76 p.

Figura 4. Procesos de la Cadena de Abastecimiento



Fuente: Price WaterHouseCoopers (PwC)

## 2. DIAGNÓSTICO DE LA EMPRESA

La agroindustria de la palma de aceite es la principal fuente de aceites vegetales en el mundo. En el 2010, de los 133,6 millones de toneladas de aceite producidas por las diferentes fuentes vegetales, los aceites de palma y de palmiste participaron con el 37% y el 4%, respectivamente (LMC, 2010). Los principales productores de aceite crudo de palma (ACP) en el mundo son Indonesia y Malasia, quienes aportan el 87,7% de la producción de ACP (LMC, 2010). Colombia, por su parte, es el principal productor de América latina y participa con el 1,6% de la producción mundial de ACP (en 2010 produjo 753.117 toneladas de ACP, Fedepalma 2011)<sup>12</sup>.

La palma de aceite fue introducida a escala comercial en Colombia, por la empresa Magdalena Fruit Company en 1.945 con un área inicial de 100 hectáreas. Desde entonces, los cultivos se han expandido rápidamente. En los últimos diez años las áreas sembradas con palma de aceite en el país han aumentado a una tasa del 10% anual, alcanzando las 406.012 hectáreas en el 2010 (Fedepalma, 2011). Este incremento sostenido obedece a las políticas diseñadas por el gobierno para el fomento del cultivo como estrategia de creación de negocios inclusivos que involucren a productores de pequeña escala y a la confianza que ha ganado el sector para la producción de biodiesel, lo que, a su vez, ha incrementado la demanda.

Indupalma Ltda., desde ha tenido varias etapas en su historia, las cuales las ha separado en cuatro secciones (1) el Nacimiento y Crecimiento desde 1961 a 1977, (2) la Crisis de 1977 hasta 1994, (3) Indupalma sigue adelante iniciando en 1994 a 2006, y la actual etapa llamada (4) Negocios de inversión en Palma y Caucho que se ha venido dando desde el año 2006 y se visualizó hasta el 2020.

Hoy en día esta compañía “está conformada por 40 macro-procesos y 92 subprocesos agrupados según su eje de acción en estratégicos, de innovación, de gestión de recursos, de control y mejoramiento, de misiones y soporte los cuales no se encaminan realmente al cómo la empresa desarrollará sus objetivos estratégicos”<sup>13</sup>. Según los últimos estudios adelantados por la firma que hace el levantamiento de procesos (PwC), Indupalma Ltda., se orienta a una definición de producto final y no a lo que realmente se está planteando como IBIO (Indupalma Ltda. - Banca de Inversión y de Operación de Proyectos), además, varias partes

<sup>12</sup> SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO. Estudios de Mercado: Estudio de la Agroindustria de la Palma Africana en Colombia (2010 – 2011). Estudio Elaborado por la Delegatura de Protección de la Competencia. Disponible en:

<[http://www.sic.gov.co/recursos\\_user/documentos/publicaciones/pdf/PalmaAfricana2012.pdf](http://www.sic.gov.co/recursos_user/documentos/publicaciones/pdf/PalmaAfricana2012.pdf)>

[Consultado: 24 de enero de 2013]

<sup>13</sup> PRICE WATHERHOUSE COOPERS. Ibid., p. 19.



de su estructura no están bien definidas y donde los procesos se confunden con procedimientos o tareas, que en este momento deben ser establecidas y reorientadas para la construcción de la visión proyectada para el 2020, con más de 75.000 has cultivadas siendo Indupalma Ltda., el principal productor de aceite de palma, palmiste y caucho en el país.

Cabe resaltar que los procesos de innovación y desarrollo deben ir de la mano con los procesos de mercadeo, creando la sinergia de mejoramiento y desarrollo que hoy en Indupalma Ltda., no se tiene como cultura, y donde cada proceso hoy actúa por separado, sin suficiente información documentada que ayude a su operatividad, sin unas metas claras, estructuradas ni encaminadas que soporten todas las investigaciones desarrolladas que apunten sustancialmente a su gran proyecto para el 2020, como el creador principal del clúster de negocios asociado a la cadena productiva de la palma y caucho.

Otro aspecto detectado en Indupalma Ltda., es que varios de sus grandes procesos siguen siendo desarrollados de manera rudimentaria, sobre todo en los procesos logísticos de centro de acopio y distribución, ya que si se trata de fruto, la recolección del mismo se atañe a la labor realizada por los ingenieros agrónomos y supervisores de predios, y la de distribución del producto final a la desarrollada por los ingenieros encargados de la planta extractora, sin tener una integración de procesos que ayuden a detectar fallas en su sistema de estacionalidad y que posiblemente disminuya su tasa de desperdicio en la extracción de fruto.

Y es que estos procesos se han desarrollado así desde sus inicios y el diseño de toda la red logística que englobe todos estos procesos, no solo genera cambios en el desarrollo procedimental sino también a nivel cultural, resaltando que uno de los aspectos más marcados en esta empresa es su culturización enmarcada en el apoyo sindical que ha tenido gran presencia en la historia de esta empresa.

Adicionalmente, dentro de los procesos misionales no se identifica un proceso claro de gestión de la cadena de abastecimiento, donde se asegure el abastecimiento de materias primas, materiales e insumos para la operación, distribución, transporte y la gestión de Inventarios, como está estructurado en el actual modelo de procesos y para lo cual se está trabajando de la mano de PwC y el equipo de Gestión Logística, además en la parte de compras, se ha evidenciado que no se tiene una planeación y muchos pedidos son imprevistos de todas las áreas, detectándose así que el problema de organización se genera justo cuando cada área planifica sus actividades y presupuesto un año anterior al desarrollo de las mismas.

Muchas de las compras desarrolladas en Gestión de Compras son de estricta urgencia, y los problemas en la agilización de las órdenes de compras se reflejan

básicamente a las demoras en el trámite de recolección de firmas de autorización para desarrollar la compra.

Por otra parte, es preciso hablar del sistema ERP (por sus siglas en inglés, *Enterprise Resources Planning*) manejado en este momento por Indupalma Ltda., llamado NOVA PLUS, el cual está presentando fallas en su soporte, ya que los procesos llevados a cabo superan la capacidad del sistema, presentándose inconvenientes estructurales en muchos de los procesos, que deben ser intervenidos por el departamento de sistemas para así seguir con el trámite, y la tasa de estas eventualidades cada día son más altas. Frente a esta situación, Indupalma Ltda., está invirtiendo en un nuevo ERP, que se implementará hacia mediados del 2013 y con él se espera solucionar varios inconvenientes que hoy en día perjudican la agilización de los procesos.

Un aspecto importante en Indupalma Ltda., es la cultura organizacional, que se desarrolla en un ambiente muy agradable, se tiene un trato cordial con todos los colaboradores y asociados, donde el perfil de los mismos varía tanto en generaciones (edades) como en lugar de origen, creando una diversidad de culturas que ayudan a la integración de conocimiento, costumbres y valores, aunque cabe destacar que los niveles jerárquicos están muy marcados dentro de la empresa y no se crea un ambiente de independencia en cada cargo, sino que toda acción debe estar autorizada por su jefe máximo que debe estar enterado.

Por otra parte cabe resaltar que la creación de la nueva planta Oro Rojo, ubicada en Sabana de Torres, abre inmensas posibilidades tanto para la producción, rentabilidad como la reestructuración de los procesos de centros de acopio y distribución, ya que en esta planta se espera procesar parte del fruto que hoy en día procesa la planta Industrial, y esta redistribución obedece a aspectos de localización o geográficos ya que parte de los proyectos asociados son acentuados alrededor de esta nueva planta, es por ello elemental diseñar una red logística que cumpla con las restricciones tanto de disposición de fruto, la rentabilidad de la empresa, la distancia de los predios y los aspectos de transporte, ya que muchas de las vías no se encuentran adecuadas para el transporte del fruto en las condiciones que se requieren.

### 3. ANTECEDENTES

En el 2011, se realizó un estudio por la firma de consultoría gerencial para el desarrollo – Bases Operación Transferencia (BOT) Concesiones de Gerencia, bajo la dirección de Daniel Aldana y con la participación de Marcela Calderón, consultora asociada, y el analista Juan Pablo Jiménez, titulado: “Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma”, en donde mencionan que el aspecto de la producción agroindustrial de Indupalma Ltda., comprende la gestión de la totalidad de la cadena de valor productiva de un proyecto agronómico típico y donde sus componentes, y principales actividades, son:

- **Análisis de viabilidad técnica y de infraestructura:** su objetivo es definir si el predio sujeto del proyecto es apto para el cultivo de palma o caucho. Para ello, las áreas Técnica Agronómica y de Infraestructura de Indupalma hacen una visita técnica al predio y evalúan un conjunto de variables. A partir de la visita de campo se definen las variables técnicas de productividad y los costos de las labores agronómicas (que se utilizan como insumo para el modelo de proyección financiera) y se elabora el diseño de la plantación.
- **Estructuración operativa de la zona:** aplica a proyectos que se desarrollan en zonas en donde el estado tiene baja presencia, como por ejemplo el proyecto de caucho en Puerto Carreño, y consiste en el montaje de la infraestructura de sistemas y comunicaciones, de seguridad y de logística.
- **Establecimiento del cultivo:** incluye la realización de obras de infraestructura, la preparación de los terrenos y la siembra del material vegetal.
- **Operación técnica del cultivo:** una vez se ha establecido el cultivo, se hace necesario la realización de las labores agronómicas tales como: mantenimiento, nutrición vegetal, sanidad vegetal, polinización, renovación y cosecha. Posteriormente se realiza la recolección y transporte del producto cosechado a la planta industrial.
- **Gestión logística:** Indupalma, como operador logístico del proyecto, se encarga de la gestión de proveedores, el suministro de todos los bienes y servicios requeridos para el desarrollo del proyecto y del mantenimiento de la infraestructura.

▪ **Transformación industrial y despacho:** comprende el proceso industrial del producto cosechado, el almacenamiento del producto terminado y el despacho al cliente final. Los productos agroindustriales que utilizan como materia prima el fruto de palma son: el aceite de palma y palmiste y la torta de palmiste. El producto agroindustrial que se produce a partir el coágulo del caucho natural es el TRS20.

▪ **Seguimiento y evaluación:** Indupalma rinde cuentas como operador logístico en el Comité Directivo del proyecto, a través de la presentación del informe de operación logística, que incluye aspectos agronómicos y de logística e infraestructura.

Al ser los agrónomos el punto de contacto principal con el cliente rural, la empresa ha identificado que es necesario empoderarlos como puntales de servicio y está en el proceso de dotar a su equipo con mejores capacidades gerenciales y de servicio al cliente.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> BASES OPERACIÓN TRANSFERENCIA (B.O.T.) Concesiones de Gerencia., bajo la dirección de ALDANA, Daniel; CALDERON, Marcela, consultora asociada; JIMENEZ, Juan Pablo, analista. Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma. Bogotá, Julio 2011. 9, 10 p.

#### 4. JUSTIFICACIÓN

Indupalma Ltda., desde 1964 hasta la fecha ha venido creciendo significativamente, involucrando en el desarrollo de sus actividades negocios inclusivos, productos de inversión, servicios de operaciones a través de proyectos estructurados, sumándose a esto una meta de crecimiento de la palma al 2020 del 100%, desarrollo de los negocios del caucho y oleo química. De la misma manera que la organización va creciendo en sus negocios, debe fortalecerse en su operación logística.

Partiendo de este acuerdo, en lo que respecta en temas logísticos, Indupalma Ltda., hasta la fecha no tiene un diseño de red logística estructurado, solo se tiene datos manejados por los Ingenieros Agrónomos, principales encargados en el desarrollo de la cadena de abastecimiento en el tema agronómico, son ellos los encargados de los predios de siembra de Indupalma y los Proyecto Asociados, que cuenta con un equipo especial conformado por un director y una cúpula de ingenieros asignados para cada uno de los negocios manejados por Indupalma.

Este equipo está estructurado para integrar, organizar y manejar variables que obedecen a las condiciones del crecimiento, desarrollo y maduración del fruto, siendo esta última el principal parámetro al momento de desarrollar la recolección de la cosecha, dejando sin contemplar varios factores, como las condiciones de las vías, las distancias, los tiempos de recolección, los costos relacionados con el alce y transporte, la rentabilidad, entre otros, - esto debido a la misma naturaleza de la profesión de los encargados de cada proyecto, Ing. Agrónomos- ; estos esfuerzos individuales no están enfocados a la optimización del proceso sino a la satisfacción puntual de necesidades que eventualmente irían en detrimento de los costos asociados del proyecto.

Estos datos reflejan: número de toneladas producidas por cada parcela a cargo, N° de elementos que se requieren para la recolección de este fruto, el N° de personal que realizara el trabajo para cada una de las zonas, para al final totalizarlo y pasar estos datos a la empresa Alrio San Alberto Ltda., una empresa creada dentro Indupalma Ltda., para suplir las necesidades de transporte de la empresa en cuanto respecta a su actividad económica, y para los proyectos asociados, se manejan proveedores diferente que transporta el fruto hasta la planta extractora; por otra parte las materias primas son compradas por el Departamento de Compras y son ellos los que negocian el lugar de entrega de estos elementos, ajustándolos a unas condiciones comerciales y de disponibilidad.

Con base en lo anterior y de cara a la meta establecida por Indupalma Ltda., para el 2020, es necesario proponer y diseñar una red logística, que atienda la necesidad de planeación logística asociada a la definición y optimización de

centros de acopio, esquemas de distribución de la materia prima y los insumos requeridos para la extracción de palma de aceite en la plantación, negocios administrados y proyectos asociados a INDUPALMA LTDA, ubicada en la zona del magdalena medio Colombiano en los departamentos de Cesar, Santander y Norte de Santander.

Al centrarnos en el tema del transporte de los racimos de fruto fresco o fruto, y teniendo en cuenta que este no hace parte del objetivo principal de los procesos de producción agronómica y de beneficio primario en la extracción de aceite, la logística de transporte de los racimos de fruto fresco desde las fincas hacia la planta de beneficio ha sido relegada a un segundo plano. Sin embargo, debido a que esta afecta la calidad y cantidad de aceite a extraer, la utilización de los recursos disponibles para la cosecha, y el costo mismo del transporte, es un tema que merece la atención en ambas etapas productivas.

En cuanto a la calidad del aceite a obtener, se requiere que el fruto de la palma sea despachado en el menor tiempo posible para evitar la pérdida de humedad de los mismo y el incremento en la formación de ácidos grasos libres (AGL), que impacta la calidad del aceite causando la disminución del precio de venta.

Adicionalmente Indupalma Ltda., debe enfocar sus esquemas logísticos con base en los lineamientos académicos de las mejores prácticas y los sistemas integrados de gestión (ISO 9001; ISO14001; OSHA 18001), en los cuales la empresa se encuentra certificada.

## 5. OBJETIVOS

### 5.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer a Indupalma Ltda., una propuesta de red logística que satisfaga la oferta de fruto según la producción obtenida por los clientes de negocios asociados, teniendo en cuenta las restricciones logísticas, legales y geográficas que presenta el negocio de extracción de palma de aceite.

### 5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar los factores críticos para el diseño de una red logística en Indupalma Ltda., asociada a la distribución de fruto.
- Analizar el comportamiento de los factores hallados, para conocer el escenario actual.
- Determinar ubicación y número óptimo de centros de acopio para minimizar los riesgos asociados al fruto de la palma (materia prima)
- Definir las rutas óptimas de transporte de fruto con modelos matemáticos básicos.
- Simular la red logística de acuerdo al comportamiento de los factores que permita evidenciar una tendencia del proceso de recolección de fruto.
- Evaluar los costos inherentes al manejo de la flota entre los predios, centros de acopio y plantas extractoras.
- Determinar si el escenario propuesto de red logística satisface las necesidades de Indupalma Ltda., bajo la variable costo total teniendo en cuenta los lineamientos de buenas prácticas logísticas y sistemas integrados de gestión.

## 6. MARCO TEÓRICO

La competencia implacable en los mercados globales de hoy, la introducción de productos con ciclos de vida muy cortos y la exigente expectativa de los clientes, ha impulsado a las empresas industriales a invertir en el mejoramiento del sistema logístico. Lo anterior, con los cambios vertiginosos en las comunicaciones (la comunicación móvil, por ejemplo) y tecnologías de transporte (las cuales facilitan y agilizan los desplazamientos) han motivado la evolución continua de la dirección y administración de sistemas logísticos.

En dichos sistemas se producen artículos en una o más fábricas, desde donde son enviados a los almacenes ya sean mayoristas, minoristas o directamente a los clientes finales. Por lo tanto, para lograr la reducción en el costo y mejorar los niveles de servicio, la estrategia implementada por la logística debe tener en cuenta las posibles interacciones de los distintos niveles de la cadena de suministro y la ayuda de la conexión adecuada de los sistemas de información. La red logística está conformada por proveedores, centros de producción o manufactura, minoristas tanto para materia prima, inventarios de productos en proceso y productos terminados que fluyen a través de todas las instalaciones de la cadena de suministro.

Existen entidades como el Consejo de Administración Logística, que la definen como el proceso de planeación, implementación y control de la eficiencia, del flujo efectivo, almacenamiento de bienes, prestación de servicios y la información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el propósito de atender y satisfacer las expectativas y requerimientos de los clientes.

La administración de la logística toma en consideración cada una de las instalaciones que tiene un impacto en la efectividad del sistema y juega un papel importante en la fabricación del producto o en la prestación del servicio, respetando los requerimientos del cliente, desde los mismos proveedores, las instalaciones de manufactura a través de los almacenes industriales y los centros de distribución hasta los minoristas y tiendas.

La meta en la administración logística es ser eficaz y lograr un costo eficaz en todo el sistema. El óptimo global debe ser superior o igual al mejor óptimo local. El objetivo, entonces es minimizar los costos del sistema, compuestos por costos de transporte, de distribución, de



inventarios (de materiales o materia prima, trabajo en proceso y productos terminados, devoluciones, re-procesos). Así, el énfasis no está en la simple disminución de costos de transporte o en reducción de inventarios sino más bien en un enfoque del sistema de gestión de la logística.

## **6.1 CONFIGURACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN.**

Ahora en el actual conjunto de almacenes industriales puede resultar inapropiado por lo que la administración debe reorganizar o rediseñar la red de distribución. Esto puede ser debido, por ejemplo, a un cambio en los patrones de la demanda o la terminación de un contrato de arrendamiento de un determinado número de almacenes industriales. Además, los cambios del comportamiento de la demanda traen consigo un cambio en los niveles de producción, en la selección de nuevos proveedores y en general, la aparición de un nuevo flujo de bienes a lo largo de la red de distribución.

La meta es escoger la localización y capacidad de un nuevo conjunto de almacenes industriales, determinar los niveles de producción para cada instalación o planta, agilizar el transporte entre las instalaciones (desde la planta a los almacenes industria eso desde éstos hacia los minoristas) de tal manera que se minimicen los costos de producción, de inventarios y de transporte y se puedan satisfacer adecuadamente los niveles de servicio requeridos por los clientes

## **6.2 PLANEACIÓN DE LA PRODUCCIÓN**

Una instalación industrial debe producir conociendo previamente la demanda de un producto en un horizonte definido de tiempo. El objetivo del planeador es satisfacer la demanda de cada producto en cada periodo y minimizarlos costos totales de producción y del inventario en el horizonte establecido. Obviamente, este problema se complica y se torna más difícil si se incrementa el portafolio de productos manufacturados<sup>15</sup>.

---

<sup>15</sup> BALLESTEROS, Diana Paola; BALLESTEROS, Pedro Pablo. Importancia de la Administración Logística. Scientia Et Technica, Vol. XIV, Número 38, junio 2008. Pp. 217-222. Universidad Tecnológica de Pereira. 218 – 219 p.

### 6.3 CADENA DE SUMINISTROS – SUPPLY CHAIN<sup>16</sup>

La Logística Empresarial, o Cadena de Suministros (*Supply Chain*) ha cobrado una notoria relevancia en la gestión empresarial actual, debido a su incidencia altamente significativa en el éxito de los sectores de la producción y los servicios. Ella se ha convertido no solo en un factor clave de la gestión, sino en un elemento diferenciador, que impone y(o) contribuye a superar las barreras de la competencia de mercado. El éxito se concentra en su enfoque sistémico, materializado en la coherencia entre sus diferentes eslabones, que genera un efecto multiplicador que agrega continuamente valor a los procesos. Por lo que se hace necesario corregir desviaciones negativas y explotar todas las reservas de productividad existentes para mejorar sostenidamente sus resultados, alineando la gestión de cada uno de sus cuatro subsistemas; aprovisionamiento, producción, distribución y logística inversa.

La competencia implacable en los mercados globales de hoy, la introducción de productos con ciclos de vida muy cortos y la exigente expectativa de los clientes, ha impulsado a las empresas industriales a invertir en el mejoramiento del sistema logístico. Lo anterior, aun con los cambios vertiginosos en las comunicaciones (la comunicación móvil, por ejemplo) y tecnologías de transporte (las cuales facilitan y agilizan los desplazamientos) han motivado la evolución continua de la dirección y administración de sistemas logísticos.

Según el Licenciado Rodrigo Castelazo Torres, docente investigador de Logística de la Facultad de Negocios Internacionales de la Universidad Santo Tomás la relación entre Logística y Competitividad: “Para hablar de competitividad en este entorno globalizado donde es indispensable volverse más eficientes en la ejecución de los procesos operativos y administrativos de la empresa, en pos de mejorar el servicio al cliente, optimizar los recursos y mejorar la calidad de los productos o servicios, es innegable la gran ventaja que se tiene al implementar la logística integral como estrategia para lograrlo, por eso se expone las siguientes razones de cómo a través de la logística se logra ser más competitivos:

❖ La relación dinámica existente entre logística y marketing.  
Antes se entendía la logística como una labor que ayudaba a colocar cosas, a empujar productos. Hoy es el efecto del mercadeo en el

---

<sup>16</sup> CHÁVEZ, Eugenio Reyes; GARCÍA, Yamilés Tamayo; ZALDÍVAR, Margaret Leyva. Procedimiento para el Diseño de Redes de Distribución Logística. Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya” Ave. XX. Aniversario, Piedra Blanca, Holguín, Cuba. 3- 13 p.

consumidor; mediante la visibilidad del consumidor debe trabajar desde y hacia este. Es el nuevo concepto de marketing, lo importante es el pool y una logística extraordinaria para que cada vez el consumidor encuentre lo que quiere llevarse.

❖ Menos logística física, más manejo de tecnología de información. Hoy es fundamental la tecnología de información compartida, la cual debe ser asequible para todos y permitir la confianza de dejar ver las cosas. Sin lugar a dudas, hoy en día tenemos las cifras del éxito al recibir vía electrónica lo que pasa en los puntos de venta, pues sabemos cuánto vendemos y cuánto vende la competencia, así como la competencia sabe cuánto vendemos. No hay secretos, y si compartimos esa información seremos capaces de tomar decisiones inteligentes que nos beneficien a todos.

❖ La consolidación de las alianzas con todo tipo de operadores logísticos.

Sólo así seremos más eficientes y podremos entregar aquellas cosas que deben ser tercerizadas. Además, entre clientes y proveedores hay que pasar de las relaciones de confrontación a relaciones de colaboración.

❖ La logística como un concepto integrado.

Las organizaciones por procesos deben pasar a la logística de organizaciones en red y a organizaciones virtuales con una gran cantidad de redes de tercerización. Además, es importante lograr eficiencias extremas a partir de plataformas en Internet. Hoy en día hay aplicaciones en Internet con una simpleza extraordinaria<sup>17</sup>.

En dichos sistemas se producen artículos en una o más fábricas, desde donde son enviados a los almacenes ya sean mayoristas, minoristas o directamente a los clientes finales. Por lo tanto, para lograr la reducción en el costo y mejorar los niveles de servicio, la estrategia implementada por la logística debe tener en cuenta las posibles interacciones de los distintos niveles de la cadena de suministro y la ayuda de la conexión adecuada de los sistemas de información. La red logística está conformada por proveedores, centros de producción o manufactura, minoristas tanto para materia prima, inventarios de productos en proceso y productos terminados que fluyen a través de todas las instalaciones de la cadena de suministro.

---

<sup>17</sup> CASTELAZO, Rodrigo Torres. Logística y Competitividad. Docente Investigador de Logística Facultad de Negocios Internacionales, Universidad Santo Tomás. Revista de Logística. Disponible en: <<http://www.revistadelogistica.com/logistica-y-competitividad.asp>> [Consultado: 27 de enero de 2013]

A continuación se realiza un resumen del procedimiento para establecer una red logística:

### **6.3.1 Fase I: Diagnóstico del sistema de distribución**

En esta fase inicial del procedimiento se comienza efectuando un análisis del sistema actual, con el objetivo de conocer las características del sistema objeto de estudio, el cual se tomará como base para el diseño de la red logística.

#### **❖ Paso 1: Inventario del equipamiento actual**

Como punto de partida se realiza un levantamiento del equipamiento con que cuenta la organización objeto de estudio, se debe conocer la cantidad de equipos, la descripción de los mismos, su número de identificación, su capacidad dinámica, el consumo de combustible por kilómetro recorrido, además de otros indicadores que se consideren pertinentes para caracterizar el parque de equipos con que cuenta la entidad, con el objetivo de diseñar la red logística.

#### **❖ Paso 2: Obtener información de la organización actual del sistema de distribución**

Una vez que se logra inventariar el parque de equipos se procede a obtener información del estado actual del sistema de distribución. El objetivo de este paso es reunir información de los elementos que se consideren importantes a tener en cuenta para el diagnóstico del sistema, se deben aplicar técnicas de recopilación de la información al personal implicado en la actividad logística de distribución, se recomienda consultar a choferes, trabajadores de control de flota, mantenimiento y transporte.

#### **❖ Paso 3: Descripción y análisis de mapas y (o) gráficas del territorio objeto de estudio**

Para el diseño de sistemas de distribución, dados sus potencialidades, se ha generalizado el empleo de mapas y (o) gráficas: En este paso se deben emplear para la representación de el (los) origen(es) y el(los) destino(s). En dependencia de la complejidad del sistema de distribución se deben apoyar en ellos para desarrollar el macro y (o) micro ruteo.

#### **❖ Paso 4: Descripción de la ruta existente**

Una vez que ya se tienen ubicados en el mapa el(los) origen(es) y el(los) destino(s), se traza la(s) ruta(s) existente(s), pudiendo realizarse este paso sobre el mapa o en otro formato. De la ruta debe especificarse las distancias entre cada uno de los puntos, por lo que se recomienda elaborar una matriz de distancias, así como describir los

puntos y la secuencia del recorrido a través de la construcción de la red logística.

❖ **Paso 5: Investigación de la vialidad**

Para valorar alternativas se hace necesario efectuar un análisis de la vialidad, con el objetivo de conocer si la ruta que se sigue actualmente es la única posibilidad o si existen otras variantes de acceso para realizar un nuevo diseño de la red de distribución. La vialidad puede ofrecer información para apoyar toma de decisiones sobre la base de diversos elementos como: los sentidos de las calles, la capacidad permisible de tonelaje transitable y otros que sirvan de fuente de información fiable.

❖ **Paso 6: Estudio de tiempos de recorrido**

Es muy importante contar con información sobre el tiempo que demora en cada recorrido entre los diferentes elementos que componen la ruta de distribución. Para ello es favorable realizar análisis retrospectivos. En aquellas entidades que cuenten con sistema de GPS se facilita la obtención de datos para efectuar este tipo de estudio, en aquellas que no cuenten con esta tecnología se deberá realizar mediante el análisis de los documentos de los choferes donde describen el tiempo empleado para trasladarse de un punto a otro. Se recomienda elaborar una base de datos para procesar esta información, y aplicar herramientas estadísticas para obtener la descripción de los datos con medidas de tendencia central para el estudio de los tiempos de recorrido.

❖ **Paso 7: Estudio de la demanda por segmentos y por clientes**

Se debe efectuar un estudio de las necesidades de los clientes, cuantificando su demanda y desglosarla por tipos de productos y(o) servicios. Para ello se debe clasificar si la demanda es regular, o sea, con patrones cuantitativos y cualitativos estables y homogéneos; o si es una demanda irregular donde esos patrones son inestables o heterogéneos. El objetivo fundamental de este paso es asignar valores fiables de demanda a los clientes, para conocer las necesidades reales de distribución de mercancías.

❖ **Paso 8: Estudios de costos**

Como último paso de esta fase se culmina con un estudio de costos asociado al sistema de distribución actual. Se cuantifica los gastos asociados a la fuerza de trabajo por concepto de salario, a los medios de trabajo, a través de diversos indicadores económicos como pueden ser gasto de combustible, depreciación, entre otros.

### **6.3.2 Fase II: Diseño de la red logística**

Esta fase es donde se plantean las mejoras al sistema de distribución, sobre la base del diagnóstico se elabora la ruta propuesta y se analiza su factibilidad.

#### **❖ Paso 9: Descripción de la ruta propuesta**

Con toda la información analizada en la fase anterior se procede a diseñar la ruta que será propuesta. Los métodos para realizarla pueden ser diversos, los mismos se clasifican en tres grupos: de prueba y error; heurísticos y meta heurísticos; y los denominados de optimización. Los más empleados son los dos primeros, ya que los métodos de optimización no garantizan encontrarla solución exacta en un tiempo razonable de cómputo cuando el número de clientes es grande.

Dentro de los métodos de prueba y error se señala como uno de los más utilizados el del barrido; dentro de los heurísticos se encuentran el Método del agente viajero, método de los ahorros; método de emparejamientos y heurístico de mejora de multirrutas.

Dentro de los meta-heurísticos se destacan: algoritmos de hormigas; programación restringida; recocido simulado; algoritmos genéticos; búsqueda tabú; tabú granular y el procedimiento de memoria adaptativa. El empleo de programas computacionales ha demostrado ser muy factible para la solución de muchos de estos métodos, por lo que se recomienda su uso en aras de simplificar tiempo y minimizar posibles errores.

#### **❖ Paso 10: Análisis de la factibilidad del diseño**

Luego de ser diseñada la ruta por el método seleccionado, se procede a efectuar un análisis de la factibilidad del mismo, donde se deben destacar los elementos de la nueva ruta que demuestran una mejora con respecto al diseño anterior, destacando la distancia y el tiempo de recorrido como variables básicas a analizar, aunque pueden incluirse otros elementos específicos de la organización. Estos análisis en la medida de lo posible deben contener un estudio económico que avale su condición para su diseño e implementación.

#### **❖ Paso 11: Desarrollo del sistema informático**

Como último paso de la fase se recomienda el desarrollo de un sistema informático que contribuya a facilitar los procesos de captura de datos, procesamiento, análisis, presentación y conservación de la información, como elementos adecuados para el soporte a la toma de decisiones en torno al sistema de distribución.

Para el desarrollo del mismo se deben identificar los sujetos, objetos y medios del sistema informativo. Se pueden emplear las herramientas informáticas más favorables de acuerdo a las características de la empresa y(o) su tecnología implementada.

### **6.3.3 Fase III: Implementación de la red logística**

Como última fase del procedimiento se propone la implementación de la red logística diseñada. El éxito de la misma puede depender en gran medida de los factores inhibidores que imponen las barreras para el cambio, dadas por el querer, poder (que implica el saber y el tener) y el querer cambiar.

#### **❖ Paso 12: Implementación de la nueva red logística**

Para la implementación de la nueva red logística se propone realizarla a través de sesiones donde intervengan todos los implicados en el proceso de distribución, desde la alta gerencia hasta los choferes, comunicándoles la factibilidad del nuevo diseño, en aras de darle un tratamiento al cambio y minimizar los efectos resistentes.

Una vez realizado este proceso se debe trazar un plan de acción con hitos temporales, para asegurar la correcta implantación del diseño, definiendo las acciones, los responsables, las fechas de cumplimiento y los indicadores de medida.

#### **❖ Paso 13: Medición y análisis**

Como paso concluyente del procedimiento se propone el monitoreo y análisis del nuevo sistema con el objetivo de evaluar los resultados de la red logística implementada para la mejora continua del sistema de distribución.

## **6.4 LOGÍSTICA DE UBICACIÓN Y TRANSPORTE**

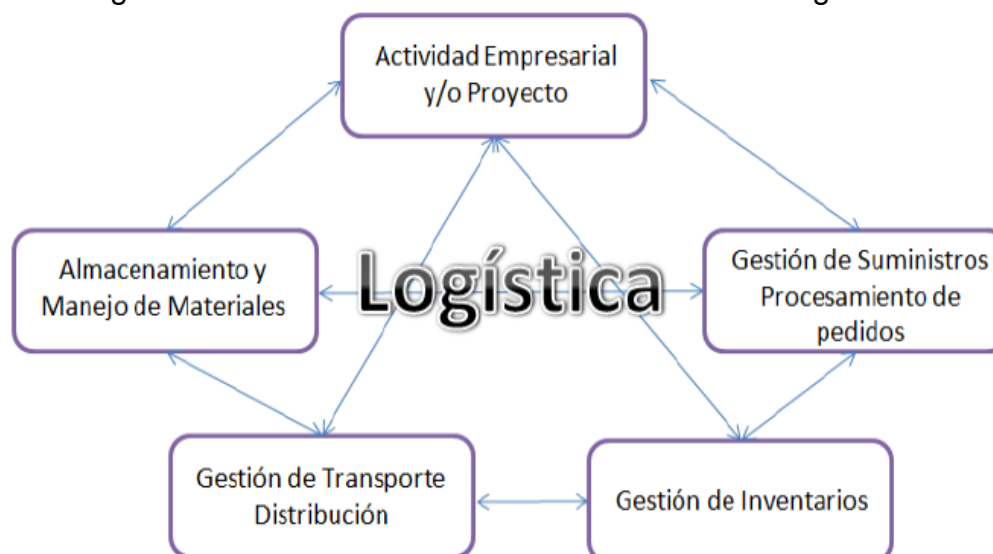
La Gestión Logística es la interrelación de herramientas estratégicas y operativas que permiten lograr una ventaja competitiva, mediante la integralidad de las actividades, para el cumplimiento de objetivos y metas en un proyecto u operación empresarial.

En consecuencia, esto permite a las empresas y gestores de proyectos encausar sus actividades de manufactura o prestación de servicio en la generación de una cadena de valor; promoviendo control y seguimiento

de sus operaciones, así como ofrecer productos y servicios de excelente calidad<sup>18</sup>.

- ❖ Rentabilidad
- ❖ Sostenibilidad
- ❖ Competitividad
- ❖ Fortaleza Estratégica
- ❖ Gestión de Innovación

Figura 5. Actividades involucradas en la Gestión Logística



Fuente: Logística de Ubicación y Transporte. M.Sc. Orlando Federico González.

#### 6.4.1 Logística de Distribución: Ubicación de Instalaciones

La selección del emplazamiento en el que se van a desarrollar las operaciones de la empresa es una decisión de gran importancia. La significación de su impacto y las implicaciones que se derivan de ella justifican una atención y consideración adecuada por parte de la dirección.

Además, su carácter infrecuente hace que muchos directivos no estén habituados a afrontar este tipo de cuestiones, y las interrelaciones con otras decisiones, ya de por sí complejas, dificultan la comprensión de la

<sup>18</sup> GONZÁLEZ, Orlando Federico. Logística de Ubicación y Transporte – Material de Clase. Universidad Pontificia Bolivariana



verdadera importancia que tienen. Esta importancia viene justificada por dos razones principales.

En primer lugar, las decisiones de localización de instalaciones entrañan una inmovilización considerable de recursos financieros a largo plazo, pues las instalaciones son generalmente costosas, sobre todo si se trata de sofisticadas plantas de fabricación. Una vez construidas, la inversión efectuada no es recuperable sin sufrir graves perjuicios económicos, y ello además del tiempo y el esfuerzo empleado. Por tanto, se trata de una decisión rígida que compromete a la empresa durante un largo periodo de tiempo; no obstante, en algunos casos, la firma puede optar por instalaciones menos costosas o por alquilarlas, lo cual permite restar rigidez a esta decisión.

En segundo lugar, son decisiones que afectan a la capacidad competitiva de la empresa; así una buena decisión favorecerá al desarrollo de las operaciones de forma eficiente y competitiva, mientras que una incorrecta impondrá considerables limitaciones a las mismas. Todas las áreas de la empresa pueden verse afectadas por la localización, no sólo el área de Operaciones, sino también la función Comercial, la de Personal, la Financiera, etc. Por otro lado hay que tener presente que las consecuencias negativas de una mala localización no resultan siempre evidentes, pues suelen manifestarse en forma de costes de oportunidad y, por tanto, no vienen recogidas en los informes tradicionales de las empresas.

La influencia de la localización sobre la competitividad no solo procede de su influencia sobre los costes, sino también sobre los ingresos de la empresa.

Es evidente que, para las empresas de servicios, la proximidad a los mercados es crítica para determinar la capacidad de atraer clientes; en empresas fabriles, la localización de las instalaciones en relación con el mercado influye sobre el tiempo de entrega de los productos y el nivel de servicio a los consumidores, lo cual afecta a su vez al volumen de ventas.

Existen una serie de acontecimientos cuya presencia en un momento dado puede dar lugar a la necesidad de tomar una decisión relacionada con la localización de las instalaciones productivas, entre ellos, destacan los siguientes:

- ❖ Insuficiente o excesiva capacidad productiva. En el primer caso puede tratarse de un mercado en expansión, lo que plantea la necesidad de ampliar la fábrica actual, cerrar la fábrica y



construir otra nueva de mayor capacidad o mantener la fábrica actual e instalar una nueva.

- ❖ Lanzamiento o eliminación de productos. Por un lado, el lanzamiento de un nuevo producto puede exigir cambios en la localización de las plantas productivas con el fin de disponer de los recursos necesarios para atender los mercados del nuevo producto. Por otro lado, la eliminación de productos puede implicar el cierre de las instalaciones donde el producto se había fabricado hasta entonces.
- ❖ Cambios tecnológicos. La aparición de una nueva tecnología de proceso que ocasione la obsolescencia de la que actualmente utiliza la empresa, se traduce, a menudo, en la creación de una nueva planta más moderna cuya ubicación debe decidir la empresa.
- ❖ Cambios en los inputs. El coste o la localización de la mano de obra, de las materias primas y de otros recursos puede cambiar, lo que obliga a la empresa a reconsiderar su localización actual. Esta situación la afrontan habitualmente, por ejemplo, las empresas extractoras de recursos naturales.
- ❖ Desplazamiento geográfico de la demanda. A medida que los mercados cambian de lugar y/o surge nueva demanda, puede ser deseable y, en ocasiones, imprescindible, modificar la localización de las instalaciones o abrir instalaciones nuevas.
- ❖ Fusiones o adquisiciones de empresas. En ocasiones, las fusiones de empresas requieren el cierre de instalaciones por exceso de capacidad, lo que plantea elegir qué instalaciones permanecerán abiertas y cuales deberán cerrarse.
- ❖ Globalización de la economía. En el pasado las industrias tendían a concentrarse en zonas específicas. Actualmente la geografía y la distancia se están volviendo cada día menos relevantes en las decisiones de localización. El término globalización describe la tendencia entre las empresas de abastecerse de bienes y servicios a partir de distintas ubicaciones alrededor del mundo para obtener ventajas de las diferencias nacionales del coste y de la calidad de los factores de producción. Por otra parte la expansión de los grandes y sofisticados mercados extranjeros obliga a los principales fabricantes a estar presentes en el mercado mundial.

- ❖ Competencia. La presión de la competencia, que, para aumentar el nivel de servicio ofrecido, puede llevar a la creación de más instalaciones o a la relocalización de algunas existentes.

Los motivos mencionados son sólo algunos de los que pueden provocar la toma de decisiones sobre las instalaciones o, al menos, llevar a la empresa a reexaminar la localización de las mismas. Independientemente de cuales sean las razones que llevan a ello, las alternativas de localización pueden ser de tres tipos, las cuales deberán ser evaluadas por la empresa antes de tomar una decisión definitiva:

- ❖ Expandir una instalación existente. Esta opción sólo será posible si existe suficiente espacio para ello. Puede ser una alternativa atractiva cuando la localización en la que se encuentra tiene características muy adecuadas o deseables para la empresa. Generalmente origina menores costes que otras opciones, especialmente si la expansión fue prevista cuando se estableció inicialmente la instalación.
- ❖ Añadir nuevas instalaciones en nuevos lugares. A veces ésta puede resultar una opción más ventajosa que la anterior (por ejemplo si la expansión provoca problemas de sobredimensionamiento o de pérdida de enfoque sobre los objetivos de las operaciones).

Otras veces es simplemente la única opción posible, en todo caso, será necesario considerar el impacto que tendrá sobre el sistema total de instalaciones de la empresa.

- ❖ Cerrar instalaciones en algún lugar y abrir otras en otros sitios. Esta opción puede generar grandes costes, por lo que la empresa deberá comparar los beneficios de la relocalización con los que se derivarían del hecho de permanecer en el lugar actualmente ocupado<sup>19</sup>.

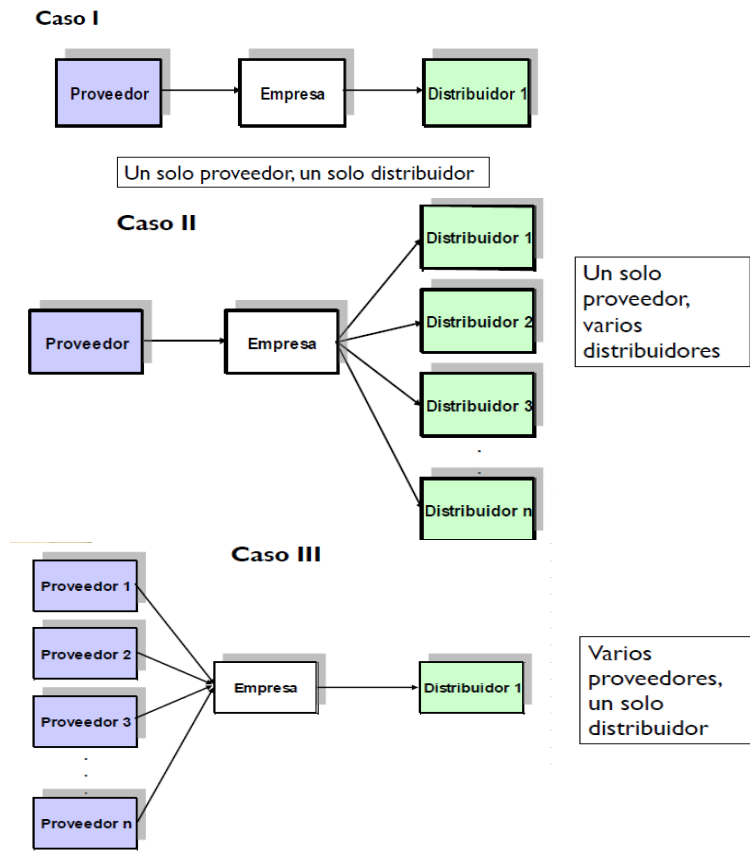
Luego de establecer la importancia de la ubicación de las instalaciones, se debe conocer el desarrollo de las actividades de distribución de mercancías y la forma como se retroalimentan dichas actividades, ya que es un factor clave a la hora de buscar un buen desempeño en el sector. La definición de relaciones entre los proveedores, empresa y distribuidores depende de

---

<sup>19</sup> GRUPO DE INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN. Logística. Universidad de Oviedo. Material de Clase. Disponible en: <<http://gio.uniovi.es/documentos/assignaturas/descargas/1.-Teoria.pdf>> [Consultado: 20 de marzo de 2013]

características como, tiempo de servicio, criterios de negociación y disponibilidad para tomar acciones en tiempo real. La relación entre estos tres entes, es lo que se conoce como el problema de configuración de la red logística. El objetivo fundamental de la configuración es: “Especificar una estructura de comunicación y flujo de mercancías entre los proveedores hacia los clientes”<sup>20</sup>. Para ello se debe conocer cómo se establecen las relaciones Proveedor – Empresa – Distribuidor, que se muestran en la figura 6.

Figura 6. Actividades involucradas en la Gestión Logística



Fuente: Logística de Ubicación y Transporte. M.Sc. Orlando Federico González.

Las relaciones anteriormente mostradas, influyen de manera directa en los requerimientos de instalaciones y recursos para satisfacer las necesidades de los clientes. El diseño de estas redes se puede entender desde tres puntos de vista:

<sup>20</sup> GONZÁLEZ, Orlando Federico. Op. cit., p. 7

- ❖ Restricciones de carácter geográfico. Restricciones espaciales
- ❖ Restricciones de carácter económico. Restricciones de costos o presupuesto
- ❖ Restricciones de disponibilidad del producto. Restricciones temporales

En la fase inicial del diseño de la red logística, se debe considerar la ubicación de instalaciones de manera apropiada para la interrelación entre los proveedores, empresa y clientes<sup>21</sup>.

Pasamos ahora a hablar de una serie de métodos cuantitativos, de técnicas de tipo matemático que pueden ser utilizadas en la comparación de alternativas y en la selección de la localización. Se caracterizan por su sencillez y generalidad, lo cual las hace adecuadas para un gran número de situaciones diferentes, pero no por ello menos precisas ni faltas de rigor. Por el contrario son muy útiles para realizar una primera evaluación o para acotar la búsqueda de soluciones además de que pueden ser utilizadas de forma complementaria centrándose en aspectos parciales del problema de decisión.

Debido a la gran cantidad de factores involucrados en el análisis de la localización y al número de emplazamientos alternativos, teóricamente ilimitado, se puede decir que no existe un único método universalmente válido para tomar este tipo de decisiones. Prueba de ello es la existencia de numerosos métodos que suelen contemplar sólo una parte de los factores a considerar. Por ello, a menudo se combina el uso de varios métodos dada la importancia y las consecuencias de este tipo de decisión, obteniéndose así una visión más completa del problema.

Por otra parte, hay que destacar que las decisiones de localización son difíciles, por no decir que imposibles, de optimizar. En los métodos se obtendrán soluciones que podemos considerar satisfactorias, pero ni únicas ni las mejores como es lógico, pues la consideración de todos los factores y lugares disponibles es prácticamente imposible y, en cualquier caso, exigiría un esfuerzo y una cantidad de recursos (tiempo) desmesurados y, seguramente, el resultado obtenido no sería tanto mejor como para compensar este esfuerzo.

Podemos decir entonces que no existirán localizaciones que sean mejores en todos los aspectos, sino que cada alternativa tendrá sus ventajas y sus inconvenientes, de los cuales la firma ha de ser

---

<sup>21</sup> *Ibíd.*, p. 13

consienten para ajustar la elección lo más posible a su Estrategia Empresarial<sup>22</sup>.

#### **6.4.1.1 Clasificación<sup>23</sup>**

Existe un área de investigación de las técnicas disponibles denominada teoría de la localización que arranca con Weber a principios de este siglo y que está resultando enormemente fértil desde los años 60, habiendo creado infinidad de métodos analíticos cuyas aplicaciones se extienden más allá de la administración de empresas lo cual la convierte en un área pluridisciplinaria.

Una posible clasificación de los distintos métodos puede hacerse en función de la naturaleza de las técnicas utilizadas en el análisis de la localización. De acuerdo con ello, es frecuente distinguir tres tipos de métodos: exactos, heurísticos y de simulación.

1. Los métodos exactos son capaces de ofrecer una solución teóricamente óptima, aunque normalmente alejada de la realidad. Este sería el tipo de técnicas aconsejables teóricamente, debido a que proporcionarían la mejor de todas las soluciones para los datos considerados. No obstante, presentan importantes desventajas; la modelización del problema puede requerir simplificar demasiado la realidad, lo cual limita en gran medida la validez los resultados y la representación del problema puede hacer tan complejo el modelo que no resulte técnicamente resoluble, o que requiera tal cantidad de cálculos y de tiempo que su coste se haga excesivo.

2. Los métodos heurísticos establecen una serie de reglas o procedimientos que facilitan la búsqueda de una solución satisfactoria, reduciendo significativamente el esfuerzo computacional, el tiempo y el coste de la resolución. Existen muchos métodos de este tipo desarrollados para una buena cantidad de situaciones diversas. Frente a su mayor operatividad y eficiencia, el principal inconveniente reside en el hecho de que no aseguran que la solución encontrada sea la mejor de todas. Pero como en las decisiones de localización, como ya hemos comentado, el óptimo no tiene por qué existir, en muchas ocasiones puede no compensar la búsqueda de la utópica solución óptima; además, los métodos heurísticos permiten, con frecuencia, una representación del problema más realista que la proporcionada por los

---

<sup>22</sup> GRUPO DE INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN. Op. cit., p. 21

<sup>23</sup> Ibid., p., 22

métodos exactos y hacen posible el tratamiento de problemas para los cuales éstos no son aplicables.

3. La simulación parte de la modelización del problema para, posteriormente, simular el comportamiento del mismo. La principal ventaja de esta técnica es que permite una representación del problema más aproximada a la realidad, incluyendo multitud de aspectos, variables y parámetros. Como en los casos anteriores, no ofrecen una solución óptima al problema, No obstante, es preferible una solución subóptima, para un planteamiento del problema en términos más exactos, que una solución supuestamente óptima para una descripción más deficiente del mismo. Una ventaja adicional de la simulación es que permite comparar diferentes políticas, integrando en el análisis un conjunto de variables interrelacionadas, lo cual ofrece una visión del problema desde una perspectiva más global. La búsqueda de la solución en los modelos de simulación se realiza a través del análisis del impacto de diferentes alternativas en diversas situaciones. La eficiencia y calidad de los resultados dependerán de la exactitud en la representación de la realidad y de la habilidad y conocimientos del usuario para analizar alternativas y situaciones útiles.

#### 6.4.1.2 Método del centro de gravedad

Considere la siguiente expresión, que evalúa la minimización de la distancia:

$$f_{X,Y}(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i \left[ (x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2 \right]$$

Este método se limita a analizar un único factor de localización: el coste de transporte. Por ello se utiliza, principalmente, para la ubicación de plantas de fabricación o almacenes de distribución respecto a unos puntos de origen, desde donde se reciben productos o materias primas, y a otros de destino, a los cuales se dirigen sus salidas. Dado ese conjunto de puntos, el problema a resolver consiste en encontrar una localización central que minimice el coste total de transporte que se supone proporcional a la distancia recorrida y al volumen o peso de los materiales trasladados hacia o desde la instalación<sup>24</sup>.

---

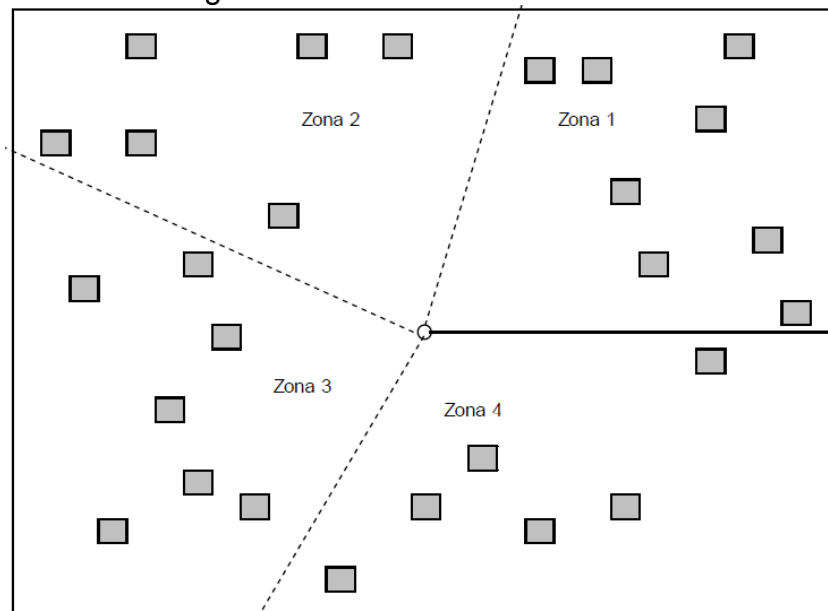
<sup>24</sup> GRUPO DE INGENIERÍA DE ORGANIZACIÓN. Logística. Universidad de Oviedo. Material de Clase. Disponible en: <<http://gio.uniovi.es/documentos/asignaturas/descargas/1.-Teoria.pdf>> [Consultado: 20 de marzo de 2013]

### 6.4.1.3 Método del Barrido<sup>25</sup>

Es una heurística apropiada para identificar grupos de clientes en ciertas localidades y con esta proceder mediante el método de centro de gravedad para identificar la localización de varios centros de distribución.

El método del centro de gravedad, es conocido como heurística, es decir que se encarga de obtener una solución (no necesariamente la óptima), para un problema particular. Para el problema de ubicación de instalaciones, se puede considerar otros modelos basados en procesos iterativos o en modelos de programación lineal.

Figura 7. Método del barrido



Fuente: Logística de Ubicación y Transporte. M.Sc. Orlando Federico González.

### 6.4.1.4 Modelo de la distancia en línea recta<sup>26</sup>

Es una técnica similar a la del centro de gravedad, solo que la función objetivo considera la minimización de la distancia euclidiana, siendo esta la distancia más corta entre dos puntos es la recta que los une; se utiliza en problemas de localización de zonas rurales y urbanas de trazo irregular.

<sup>25</sup> GONZÁLEZ, Orlando Federico. Op. cit., p. 20

<sup>26</sup> GONZÁLEZ, Orlando Federico. Op. cit., p. 23



Utiliza la siguiente expresión:

$$f_{XY}(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i \sqrt{(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2}$$

Los pasos para el modelo de la distancia en línea recta.

1. Se parte de una solución inicial (método del centro de gravedad).
2. La solución inicial obtenida es reemplazada en la función que depende de la distancia euclidiana.
3. Se calcula la nueva posición de la instalación con respecto a cada coordenada.
4. El proceso continua hasta que no se presente cambio en los valores de las coordenadas.

#### 6.4.1.5 Programación Lineal<sup>27</sup>

En muchos casos el análisis en función de la distancia euclidiana no es el adecuado; por lo tanto, se puede formular una función objetivo mediante distancias absolutas.

$$f_{XY}(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i \left[ |x_i - \bar{x}| + |y_i - \bar{y}| \right]$$

#### 6.4.2 Logística de Distribución: Gestión de Transporte<sup>28</sup>

En los procesos de decisión de ubicación de sucursales de empresa o centros de distribución, es importante el manejo de los costos y factores que incidan en el transporte de las mercancías.

La gestión de transporte es un punto de partida para el control general de costos logísticos; pues este es el de mayor relevancia a la hora de buscar una estrategia de control y reducción de costos en la organización. Los factores que determinan un sistema eficaz de transporte son: la competencia, la definición de las rutas y el control de costos.

<sup>27</sup> GONZÁLEZ, Orlando Federico. Op. cit., p. 25

<sup>28</sup> GONZÁLEZ, Orlando Federico. Op. cit., p. 28

#### 6.4.2.1 Logística Interna de Transporte

Los procesos en los cuales se requiere el traslado de materiales, maquinaria y personal para el cumplimiento de las actividades dentro de la organización, se conoce como logística interna de transporte. Los requerimientos y definición de procesos y acciones de control y seguimiento, son la base fundamental de este tipo de logística dentro de la organización.

En las industrias estos equipos se conocen como transportadores y además del uso de trasladar productos de un punto a otro, también se consideran para almacenamiento temporal y sincronización de inventario en tránsito que comunican varios procesos.

**Transportadores:** Son dispositivos que se utilizan para el traslado de artículos en proceso o artículos terminados entre máquinas u operaciones de ensamble. Para la selección de estos, se debe considerar la finalidad de transportar el producto y el proceso intermitente de almacenamiento. Su importancia:

\* Además de ser un medio de transporte interno, algunos tienen aplicación para almacenar de manera temporal de productos en proceso.

\* El manejo de transportadores permite que se controle o sincronice el envío de materiales y productos en proceso entre operaciones de la planta de producción.

**Transportadores por gravedad:** Este tipo de transportadores, permiten el transporte de materiales o productos en proceso, teniendo en cuenta los efectos físicos de la gravedad o aplicación de trabajo manual. Algunos ejemplos son:

\* Tolvas o silos: Transportadores en forma de cono, los cuales están constituidos por paredes laterales y a veces, constan de una cubierta superior para la protección del material. Generalmente, estos transportadores se fabrican en acero inoxidable o a veces se fabrican en madera recubiertas con metal.

\* Transportadores de ruedas o rodillos: Los transportadores de ruedas se utilizan cuando se desea transportar paquetes suaves y ligeros, bolsas y cartones. Generalmente, debe haber como mínimo seis ruedas debajo de cada artículo. Los transportadores de rodillos se utilizan cuando el material o producto requiere una superficie más uniforme para

su transportación, como por ejemplo: charolas de piezas, canastas, tambores.

**Transportadores automatizados:** Estos tipos de transportadores están interconectados con máquinas de control numérico o un centro de control donde según especificaciones del usuario se puede coordinar el movimiento de materiales o productos en proceso entre varias operaciones.

**Equipos para áreas amplias:** Estos otros tipos de transporte interno se encargan de trasladar mercancía cuando existen grandes distancias (por ejemplo, de la planta de producción a la zona de almacenamiento). El impacto tecnológico en estos tipos de transporte encausa a la empresa a evaluar sus procesos para mejorar su sistema de transporte interno.

**Carretillas:** Son equipos de transporte, los cuales son impulsados por el operario. Sirven cuando se desea llevar productos empacados y ligeramente pesados.

**Montacargas:** El uso de este tipo de transporte interno se considera cuando se desea trasladar la mercancía hacia las zonas de almacenamiento. Se puede transportar productos empacados o embalados y cuyo peso es excesivo. Se requiere un sistema de mantenimiento preventivo para el soporte que se debe brindar a estos sistemas de transporte interno.

#### **6.4.2.2 Logística Externa de Transporte**

Con respecto a la gestión externa se debe considerar: (1) la selección del modelo de transporte, (2) el diseño de rutas de transporte, (3) la programación de vehículos.

**Selección del modo de transporte:** La metodología clave en la selección del modo de transporte se basa en el control del costo asociado en el proceso.

El operador logístico puede establecer que costos son relevantes en el proceso de transporte de mercancías, y con ellos definir la mejor opción del tipo de transporte. Adicionalmente, se debe tener en cuenta las condiciones de la empresa y los clientes o distribuidores a los que se les deben enviar la mercancía.

**Diseño de Rutas para los vehículos:** Dentro de los costos de transporte y el cumplimiento de fechas de entrega del producto, el

diseño de rutas es un factor clave para el control logístico de estos dos grandes aspectos.

Una vez considerada la ubicación de centros de distribución o clientes potenciales, se debe definir rutas que permitan entregar los productos en el menor tiempo y costo posible.

❖ **Caso I. Se requiere un solo vehículo para el envío de mercancías**

Este caso es conocido dentro de la investigación de operaciones como el problema del agente viajero.

“El Problema del Agente Viajero<sup>29</sup> (Traveling Salesman Problem, TSP, por sus siglas en inglés) es quizá el más estudiado de los problemas de optimización combinatoria. Su popularidad se debe a que es fácil de plantear, pero difícil de resolver. Se puede describir de la siguiente forma: Dadas  $n$  ciudades y el costo  $C_{ij}$  que se tiene al viajar de una ciudad a otra, se debe encontrar la ruta de costo mínimo para visitarlas todas pasando sólo una vez por cada una de ellas, y regresando a la de partida. A cada ruta se le llama tour o ciclo hamiltoniano.

Entre sus amplias aplicaciones (Applegate, Bixby, Chvatal y Cook, 2007), se encuentran:

- ♣ Reparto de productos. Donde se puede mejorar una ruta de entrega para seguir la más corta.
- ♣ Transporte. Mejorando la distribución del camino seguido usando el de menor longitud.
- ♣ Turismo y agencias de viajes. Aun cuando los agentes de viajes no tienen un conocimiento explícito del Problema del Agente Viajero, las compañías dedicadas a este giro utilizan un software que hace todo el trabajo. Estos paquetes son capaces de resolver instancias pequeñas del TSP, sin embargo, abanderados con el lema de “La distancia más corta entre dos puntos no es divertida”, no buscan tours óptimos.
- ♣ Horarios de transportes laborales y/o escolares. Estandarizar los horarios de los transportes es claramente una de sus aplicaciones, tanto que existen empresas que se especializan en

---

<sup>29</sup> ARELLANO, Nancy Aracely; GARCÍA, Irma Delia. Estudio de heurísticas para el problema del Agente Viajero Asimétrico. Universidad Autónoma de Coahuila. Disponible en: <<http://www.postgradoeinvestigacion.uadec.mx/CienciaCierta/CC30/3.html>> [Consultado: 28 de marzo de 2013]

ayudar a las escuelas a programarlos para optimizarlos en base a una solución del TSP.

- ♣ Secuencias. Donde se refiere al orden en el cual  $n$  trabajos tienen que ser procesados de tal forma que se minimice el costo total de producción.

En el Problema del Agente Viajero, la solución es una permutación de las  $n$  ciudades dadas, y se divide en dos tipos:

TSP simétrico: En este caso, la matriz de costos  $C_{ij}$  es simétrica, es decir, el costo que genera viajar de la ciudad  $i$  a la ciudad  $j$  es el mismo que el que se tiene al viajar de la ciudad  $j$  a la ciudad  $i$ .

TSP asimétrico: En este caso, la matriz de costos  $C_{ij}$  no es simétrica, es decir, el costo que se genera de viajar de la ciudad  $i$  a la ciudad  $j$ , en general, no es el mismo que el que se tiene de viajar de la ciudad  $j$  a la ciudad  $i$ .

Para ambos casos la formulación matemática es la misma, con la diferencia de que la matriz de costos para el primero es simétrica, y para el segundo no<sup>30</sup>.

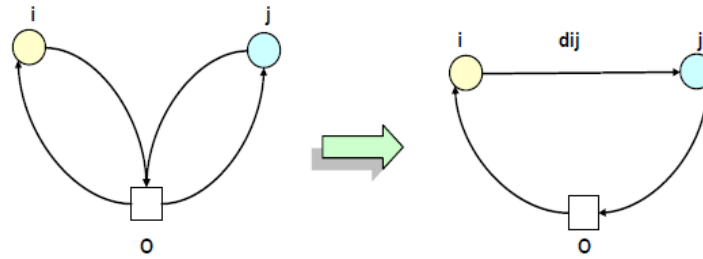
### **Pasos de la heurística Clark and Wright**

1. Conocer las distancias entre cada punto objetivo de entrega de mercancía.
2. Construir una matriz de distancias (las distancias entre cada punto objetivo pueden ser simétricas o asimétricas)
3. Calcular el ahorro de la distancia recorrida.
4. Seleccionar el máximo de los ahorros obtenidos. Este paso permite construir la ruta del vehículo.

---

<sup>30</sup> *Ibíd.*, p., 2

Figura 8. Procedimiento iterativo del método del agente viajero o Clark and Wright



$$S_{ij} = d_{i0} + d_{0j} - d_{ij}$$

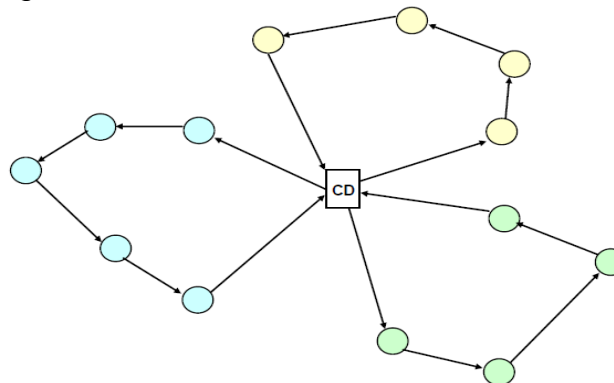
$$S_{ji} = d_{j0} + d_{0i} - d_{ji}$$

Fuente: Logística de Ubicación y Transporte. M.Sc. Orlando Federico González.

❖ **Caso II. Se requiere de varios vehículos para el envío de mercancías**

Este caso es conocido dentro de la investigación de operaciones como el problema de ruteo de vehículos.

Figura 9. Problema de Ruteo de Vehículos



Fuente: Logística de Ubicación y Transporte. M.Sc. Orlando Federico González.

Procedimientos cortos para este diseño de rutas son: el método de barrido, sectores y el método de Clark and Wright.

### **Método de Barrido**

*Paso 1.* Se conocen los clientes o centros de distribución a los cuales se les debe enviar el producto; a su vez, se conoce el requerimiento de las mercancías (demanda).

*Paso 2.* Se conoce la distancia desde la empresa o punto de partida hasta los clientes o centros de distribución. Así como la distancia entre cada uno de ellos.

*Paso 3.* Se parte de un punto inicial (empresa) y se procede con el recorrido circular, teniendo en cuenta que no se debe violar la capacidad del vehículo.

*Paso 4.* Se finaliza el método cuando los vehículos se han asignado de tal forma que se satisface los requerimientos de todos los clientes.

### **Heurística Clark and Wright**

*Paso 1.* Conocer las distancias entre cada punto objetivo de entrega de mercancía.

*Paso 2.* Construir una matriz de distancias (las distancias entre cada punto objetivo pueden ser simétricas o asimétricas)

*Paso 3.* Calcular el ahorro de la distancia recorrida.

*Paso 4.* Seleccionar el máximo de los ahorros obtenidos. Este paso permite construir la ruta del vehículo.

## 7. ACTIVIDADES DESARROLLADAS

### 7.1. FACTORES CRÍTICOS PARA EL DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA EN INDUPALMA LTDA. ASOCIADA A LA DISTRIBUCIÓN DE FRUTO

#### 7.1.1 Diagnóstico base de identificación de los factores críticos para el diseño de una red logística asociada a la distribución de fruto: Entrevista Ingeniero Director de Proyectos Asociados a Indupalma

Para la caracterización de los factores críticos para el diseño de una red logística en Indupalma Ltda., asociada a la distribución de fruto se realizó una entrevista al ingeniero encargado de los proyectos asociados:

**Entrevistado:** Ing. Andrés Argumero

**Departamento:** Agronómico

**Área:** Proyectos Asociados

**Cargo:** Jefe Director de Proyectos Asociados a Indupalma Ltda.

**Fecha:** 29 de enero de 2013

**Hora:** 10:00 a.m.

*Por María Esneda Barrera Alvarado*

❖ **¿Indupalma tiene establecido un diseño de red logística para la recolección de fruto de los proyectos asociados hacia la planta de Indupalma?**

Realmente no se tiene establecido un diseño como tal, el tema de los proyectos es manejado por cada ingeniero agrónomo a cargo, el cual maneja la programación de cosechas y de todo lo referente a la administración de los predios que estén adscritos al proyecto, en este momento se cuenta con seis ingenieros encargados cada uno de dos o tres proyectos, pero se debe resaltar que esto es modificado según las necesidades de los clientes y las de los cultivos, por lo que generalmente la rotación de los ingenieros es alta.

Por esta época, la gerencia está buscando instalar centros de acopio que frenen los problemas que se venían presentando en lo referente al alce y transporte de fruto hacia las plantas...



❖ **¿Y cuáles son estos problemas a los que se refiere?**

Los problemas obedecen a la falta de organización en la recolección de fruto ya que era entregado en la planta de Indupalma, el alce y transporte era manejado por cada propietario del predio, el cual tenía dos opciones: (1) contratar el servicio de transportistas de las zonas cercanas o (2) adquirir vehículos para el transporte del fruto. En ese proceso se veía reflejado el robo de fruto, que no coincidía con el peso promedio que se alzaba en el predio y el que realmente se entregaba en la báscula de Indupalma (en eso no se contaba con la planta de Oro Rojo).

Por otro lado, debido a relación entre la extracción de aceite y las características maduración del fruto de la palma, que es una variable determinante para la calidad y la acides del aceite extraído del fruto, los clientes están inconformes porque el fruto que sacan de sus predios no es el de las mismas características del que entra en la báscula, diferencia que se ve reflejada en el pago que hace Indupalma a sus cliente, ya que a mayor grado de maduración el pago es menor, y el tiempo que se gasta entre la recolección del fruto y la entrega a báscula no es controlado por que solo depende de los transportistas contratado... de ellos se depende cuando lleguen al predio y alcen el fruto y cuando estos se dirijan a entregarlo.

Otro problema que Indupalma ha detectado y es por el que decidió manejar centros de acopio, es el robo constante de fruto, problema que viene afrontando hace mucho tiempo, y es que el problema es que todo lo que se tiene presupuestado por los ingenieros en la producción no se ve reflejado a la hora de entrar el fruto a báscula; por eso la idea es controlar ese tráfico de fruto desde el predio hasta la planta.

❖ **Y según la información que hasta la fecha se maneja del diseño y creación de estos centros de acopio, ¿Cómo cree que estos van a atacar los problemas mencionados?**

Cabe resaltar que el diseño y creación de estos centros de acopio fueron desarrollados en la brevedad del tiempo ya que la gerencia los desea implementar en este año, por eso muchos de los problemas que antes se manejaban ahora se ven reflejados con mayor fuerza.

Al diseñar y crear centros de acopio sin información sólida para los clientes, muchas incertidumbres crecen en los propietarios de los predios, información que a la fecha no se les ha aclarado, y es que en menos de un mes los siete centros de acopio ya están funcionando, pero las dudas siguen creciendo.

❖ **¿Cuáles son las dudas que los propietarios de los predios tienen acerca de esa nueva modalidad para el transporte del fruto?**

Bueno, estas dudas son las que en genera los propietarios de los clientes hacen saber:

1. ¿Cuál es la tarifa que ellos van a tener que manejar por la administración de estos centros de acopio?
2. ¿Dónde se va a realizar el pesaje con el que ellos van a cobrar, es en los predios, en los centros de acopio o en la planta extractora?
3. Si se maneja centros de acopio el fruto se va a revolver y por consiguiente ¿esta situación influenciará el pago del fruto?
4. ¿Se maneja seguridad en los centros de acopio?, para poder dejar el fruto con seguridad de que no se lo roben en las noches
5. ¿Cuánto tiempo pasara desde que se deje el fruto en el centro de acopio, para que sea recogido y llevado a la planta de extracción?
6. Con la nueva planta Oro Rojo ya en funcionamiento, ¿qué fruto será llevado a la planta de Indupalma y cuál a la de Oro Rojo?
7. Si se crean centros de acopio ¿qué pasará con los transportistas que trabajaban llevando el fruto, si solo Alrio Ltda., sea la única empresa autorizada para manejar esta modalidad de acopio de fruto?

Estas son las preguntas más frecuentes que hacen los clientes y que son de mayor relevancia. Ahora cabe resaltar que todo está en proceso de construcción, por eso las tarifas y la forma en que se va a administrar estos centros de acopio cada semana cambian.

---

### 7.1.2 Inventario del equipamiento actual de la empresa para el transporte de fruto de Indupalma Ltda.

En este paso se establecerá la cantidad de equipos, descripción de los mismos, identificación y capacidad de los mismos.

Teniendo en cuenta que Indupalma cuenta con una empresa de transporte Alrio se presenta el inventario que en este momento cuenta la empresa en el tema de transporte propio.

Inventario del equipamiento actual de la empresa: cantidad de equipos, descripción de los mismos, identificación y capacidad de los mismos, gastos fijos en su movilización, entre otras variables.

Tabla 1. Datos de Siembra Cultivos Propios Indupalma

	<b>Cantidad (Has)</b>
Hectáreas en Producción	9100
Hectáreas Sembradas	1967
Cosecha Diaria Alta Temporada (Ton Aprox)	900
Cosecha Diaria Baja Temporada (Ton Aprox)	500

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Datos de Siembra de Proyecto Asociado a Indupalma

Proyecto	N° Predios	N° Parcelas	Hectáreas sembradas
Coopalmag	33	51	1609,89
Coopalmares	30	37	952,08
Coopsabana	38	39	1300
El Futuro de la Palma	1	23	434,21
El Horizonte	1	58	1301,04
El Palmar	3	61	1493,94
El Triangulo	1	1	50
Empalmar	1	5	89,89
Empalmar II	1	1	104,83
Hato Sambra	1	2	19
La Elsa II	1	4	57,10
La Batalla	1	1	0
La Elsa I	1	14	277,12
La Elsa III	1	4	78,04
Monterrey	1	1	10
Palestina	1	1	100
Santa Rosa	1	1	0

Fuente: Elaboración propia



Tabla 3. Datos de Vehículos para el Alce de Fruto de Cultivos Propios de Indupalma Ltda., manejados por Alrio Ltda.

Equipo de Alce	Cantidad Total	Cantidad Funcionando
 <p>Grúa Jhon Deere (Unidad)</p>	4	2
 <p>Grúa Kubota 9560 (Unidad)</p>	4	4

Equipo de Alce		Cantidad Total	Cantidad Funcionando
	Grúa Ford (Unidad)	3	2
	Kubota (Unidad)	11	7




Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Datos de Vehículos para el Transporte de Fruto de Cultivos Propios Indupalma Ltda., manejados por Alrio Ltda.

Equipo de Transporte	Capacidad	Cantidad Total	Cantidad Funcionando
	9 ton	5	5
	14 ton	4	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Datos de Elementos para el Transporte de Fruto de Cultivos Propios Indupalma Ltda., manejados por Alrio Ltda.

Elementos Adicionales		Cap.	Cantidad Total	Cantidad Funcionando	
	Volco (Unidad)	14 ton	34	32	
		9 ton	28	27	
	Mallas (Unidad)	750-850 kg	1500	1300	Tem. Alta
				400-500	Tem. Baja
	Palm o PDA (Registra el Pesaje del Fruto en el sistema)		120	120	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Cantidad de Operarios Requeridos por Alrio Ltda., para el Alce y Transporte de Fruto de Cultivos Propios Indupalma Ltda.

OPERARIOS		Temporada	Cantidad Operarios Necesarios
Conductores	Kerax	Alta	6
		Baja	4
	Kodiak	Alta	6
		Baja	4
Grúa	Jhon Deere	Alta	6
		Baja	4
	Kubota	Alta	8
		Baja	6
Kubota 4400		Alta	16
		Baja	12
Malleros			4
Agilizadores			5
Auxiliar Grúa			12

Fuente: Elaboración propia.

### **7.1.3 Información de la organización del sistema de distribución: Encuesta aplicada a los interventores Ingenieros Agrónomos encargados de los proyectos.**

Para definir caracterizar los factores críticos detectados en el diagnóstico base se aplicó una encuesta, tomando a como población los ingenieros encargados de los proyectos. Se realizó un censo debido reducido tamaño de la población.

El diseño de la encuesta engloba un objetivo general y unos objetivos específicos, que son resueltos con cada una de las preguntas planteadas en la encuesta que se muestra a continuación:

#### **Encuesta Factores Críticos para el Diseño de una Red Logística en Indupalma Ltda., y sus Proyectos Asociados**

##### **7.1.3.1 Objetivo General**

Establecer que problemáticas existen en el tema relacionado con la recolección de fruto de palma, específicamente en el transporte desde los predios de los proyectos asociados de Indupalma Ltda., hasta las plantas extractoras de San Alberto- Cesar y Sabana de Torres- Santander)

##### **7.1.3.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Conocer si es necesario desarrollar Centros de Acopio (CA) para la distribución de fruto (transporte) desde los predios hasta las plantas.
- ❖ Detectar las falencias de los dos sistemas manejados: el manejo por cada Ingeniero encargado o el desarrollado por la gerencia y Alrio con la creación de CA
- ❖ Identificar cuáles son las prioridades de los proyectos asociados a Indupalma Ltda., en cuanto al transporte del fruto entre el costo del servicio, la tendencia a perdida cero, la recolección y llevada a planta el mismo día, la seguridad en cuanto al peso promedio o los subsidios de Indupalma a los clientes.

##### **7.1.3.3 Diseño metodológico**

- ❖ Tipo de Investigación: Descriptiva ya que se reseña las características del objeto de estudio en este caso en el sistema de transporte de fruto; se realiza

una investigación no experimental transversal, al recolectar los datos en un único momento.

- ❖ El Área de Estudio: La investigación se realizará en las instalaciones de la oficina del Departamento Agronómico de Indupalma Ltda., en San Alberto-Cesar.
- ❖ La Población tiene como unidad de estudio a los Ingenieros Jefes de Producción encargados de la administración de los proyectos asociados a Indupalma Ltda.
- ❖ El Tamaño de la población a la cual se le aplicará el instrumento a manera de censo está conformada por cinco Jefes de Producción y un Director de Proyectos, para los cuales se identificarán en la tabla a continuación:

Tabla 7. Población a aplicar instrumento de “Encuesta Factores Críticos para el Diseño de una Red Logística en Indupalma Ltda., y sus Proyectos Asociados

<b>N°</b>	<b>Cargo</b>	<b>Ingeniero Encargado</b>	<b>Proyectos Administrados</b>
1	Director de Proyectos	Diego Arias	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El Palmar</li> <li>○ El Horizonte</li> <li>○ Las Elsas</li> <li>○ Coopsabana</li> <li>○ El Futuro de la Palma</li> <li>○ Coopalmag</li> <li>○ Empalmar II</li> <li>○ Hatosambra</li> <li>○ El Palmar</li> <li>○ El Horizonte</li> <li>○ Las Elsas</li> </ul>
2	Jefe de Producción	Juan Carlos Peña	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Coopalmares</li> <li>○ La Palestina</li> <li>○ El Triangulo</li> <li>○ Santa Rosa</li> </ul>
3	Jefe de Producción	William Baquero Flórez	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Coopsabana</li> </ul>
4	Jefe de Producción	Edison Bastidas	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El Futuro de la Palma</li> </ul>
5	Jefe de Producción	Nelson Díaz	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Coopalmag</li> <li>○ Empalmar II</li> <li>○ Hatosambra</li> </ul>
6	Jefe de Producción	Ever Enrique Caicedo	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ El Palmar</li> <li>○ El Horizonte</li> <li>○ Las Elsas</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia.

- ❖ En la metodología estadística sugerida es el Censo debido a la necesidad del proyecto de observar a la totalidad de las unidades de estudio.

- ❖ Las variables de estudio tomadas en cuenta en esta investigación son:

Tiempo de duración en la empresa  
Nivel de estudios  
Centros de Acopio  
Sistema Antiguo

- ❖ Instrumento de Investigación: *Ver Anexo 1. "Encuesta Factores Críticos para el Diseño de una Red Logística en Indupalma Ltda., y sus Proyectos Asociados"*
- ❖ Ficha técnica:

Tabla 8. Ficha técnica de la investigación

FICHA TÉCNICA	
<b>Factores Críticos para el Diseño de una Red Logística en Indupalma Ltda., y sus Proyectos Asociados</b>	
<b>Tipo de estudio</b>	Descriptivo
<b>Población del proyecto en general</b>	Ingenieros Jefes de Producción encargados de la administración de los proyectos asociados a Indupalma Ltda.
<b>Metodología Estadística</b>	Censo
<b>Extensión</b>	Indupalma Ltda., San Alberto- Cesar
<b>Limitaciones del estudio</b>	Tiempo y ocupaciones de los encuestados
<b>Fuente de Información</b>	Ingenieros Jefes de Producción de Proyectos de Indupalma Ltda.
<b>Técnica de recolección de información</b>	Se realizará mediante un censo y el instrumento diseñado para la investigación
<b>Tiempo de trabajo</b>	Dos semanas

Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.3.4 Presentación de Resultados

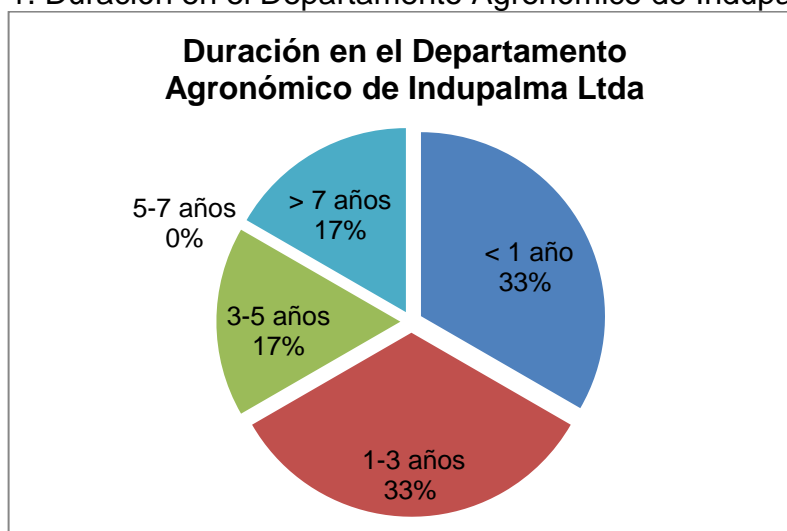
El nivel de respuesta del censo realizado a los ingenieros agrónomos Jefes de Producción de los proyectos asociados de Indupalma Ltda., corresponde a nivel general a una tasa del 100%. Los resultados de la ejecución de la investigación serán guiados por el orden de las preguntas y de los objetivos específicos (*Ver Anexo 10. Evidencia Encuestas aplicadas*)



❖ **Duración en Indupalma: Tiempo que lleva en la empresa**

La primera pregunta desarrollada en el instrumento aplicado hace referencia al tiempo que llevan los ingenieros agrónomos en Indupalma Ltda. La gráfica 1 muestra los resultados, relevantes para inferir que conocimiento y experiencia tienen con respecto a la empresa, a su vez ayuda a visualizar el nivel de rotación del personal, que en la compañía es alto según la perspectiva de los entrevistados.

Gráfica 1. Duración en el Departamento Agronómico de Indupalma Ltda



Fuente: Elaboración propia

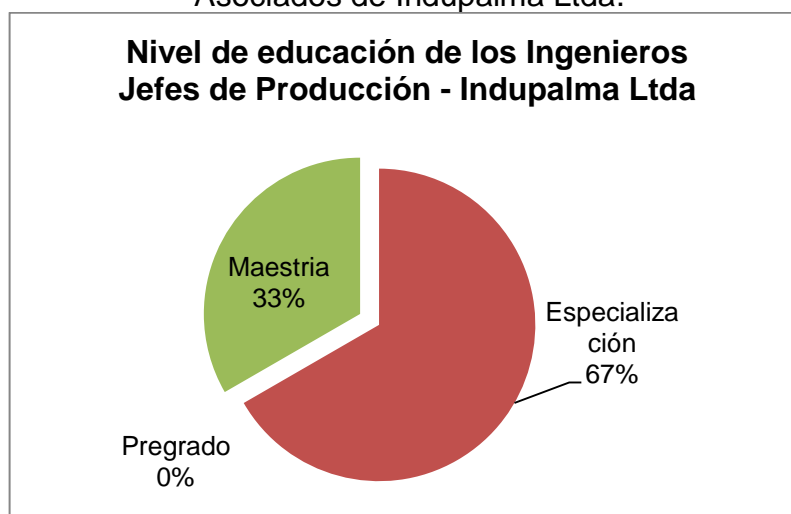
Según los resultados obtenidos, el 33% del personal adscrito al departamento agronómico en el área de proyectos asociados llevan menos de un año, en igual lugar se ubica la periodicidad entre uno y tres años, es decir que más del 60% lleva menos de tres años de experiencia en el cargo, y por lo tanto el proceso de cambios que ha asumido la compañía no ha sido vivenciada completamente, y solo han estado en una parte del proceso productivo de las parcelas a cargo, ya que según los estudios de viabilidad del negocio de la palma, se necesitan más de tres años para que un proyecto sea completamente productivo, y ese tiempo al inicio de cultivo es precisamente el de mayor egresos para los clientes.

Cabe resaltar que el 17% de los encuestados tiene más de siete años en la compañía, y por consiguiente es la parte de la población que guía con su experiencia y visión del negocio a los demás integrantes del equipo de trabajo.

❖ **Nivel de educación de los Ingenieros Jefes de Producción de Proyectos Asociados de Indupalma Ltda.**

La pregunta que responde al nivel de educación de los encuestados, se realiza con el fin de tener una visión acerca del nivel de conocimientos en el área desempeñada, para lo que el cargo requiere un nivel mínimo de educación de pregrado; el 67% de los encuestados responden que se encuentran en un nivel educativo de especialización y una proporción menor en segundo lugar se encuentran los ingenieros con título de maestría (33%). Con estos resultados se puede asociar que el personal a cargo de la administración de los proyectos está en la capacidad según su conocimiento de todos temas relacionados con el área agronómica.

Gráfica 2. Nivel de educación de los Ingenieros Jefes de Producción de Proyectos Asociados de Indupalma Ltda.



Fuente: Elaboración propia.

❖ **Principales problemas detectados de la nueva propuesta de Centros de Acopio (CA) presentado por la dirección de plantación Indupalma Ltda.**

A la pregunta sobre ¿Cuáles son los principales problemas que ha detectado de la nueva propuesta de centros de acopio presentado por la dirección de plantación?, se detectó desde la perspectiva de los administradores de los proyectos, la falta de información clara entre los clientes, ingenieros, transportistas, operador logístico encargado (Alrio Ltda.) e Indupalma Ltda., es el principal problema que ha afrontado este nuevo sistema de operación logística por el que Indupalma está empezando a recorrer, que se correlaciona con la segunda posición al no tener una organización en la administración de los centros de acopio argumentado con la tercer y cuarta falencia de este sistema, ya que no se tiene la capacidad instalada en la empresa que asume la administración del transporte (Alrio Ltda.), y el aumento en el tiempo del ciclo de alce y transporte

desde el predio, centro de acopio hasta la planta extractora. Un diseño estructurado tanto en la parte administrativa como la operacionalidad según las necesidades de los clientes y del fruto, son las causas que ocupan el quinto y sexto lugar.

Los precios variables en las tarifas de pago de fruto a los clientes y los contratistas de transporte, ocasiona inconvenientes a la hora de la implementación de esta nueva metodología, pero son los factores menos problemáticos dentro de todo el escenario de Indupalma.

Gráfica 3. Principales problemas detectados de la nueva propuesta de Centros de Acopio (CA) presentado por la dirección de plantación Indupalma Ltda.

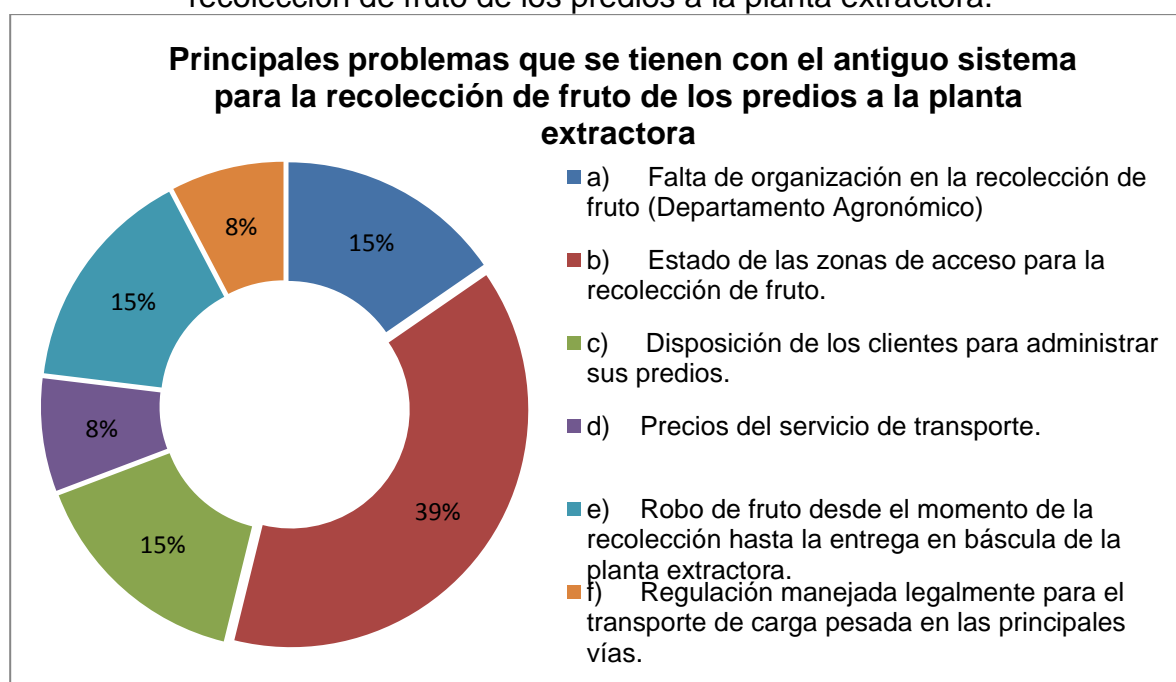


Fuente: Elaboración propia.

❖ **Principales problemas que se tienen con el antiguo sistema para la recolección de fruto de los predios a la planta extractora**

Uno objetivo específico es detectar las falencias de los dos sistemas manejados: el manejado por cada Ingeniero encargado o el desarrollado por la gerencia y Alrio con la creación de CA, que con la pregunta anterior se resolvió el 50% del mismo al detectar los del nuevo sistema, en esta pregunta el turno es para identificar cuáles son los principales problemas que se tiene con el sistema antiguo para la recolección de fruto de los predios a la planta extractora, manejado por cada ingeniero agrónomo administrador del proyecto.

Gráfica 4. Principales problemas que se tienen con el antiguo sistema para la recolección de fruto de los predios a la planta extractora.



Fuente: Elaboración propia.

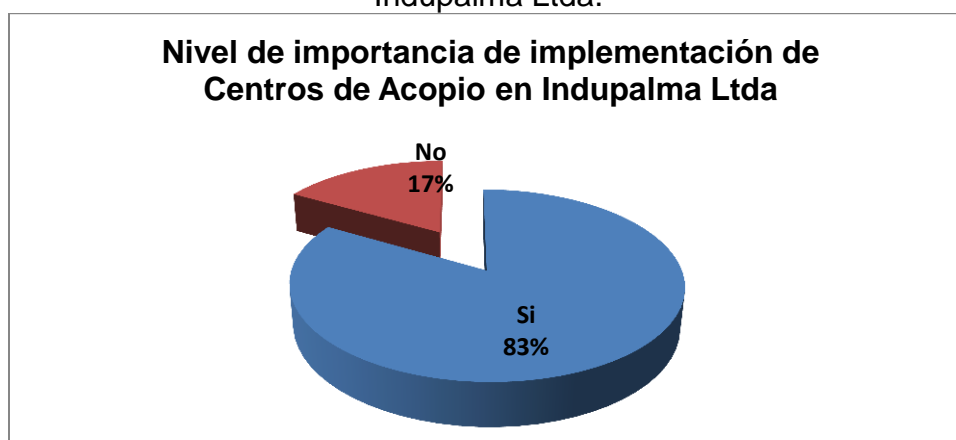
Según los resultados obtenidos, el 39% de los encuestados están de acuerdo que el estado de las zonas de acceso para la recolección de fruto ha sido el problema que afecta el antiguo sistema, que se traslapa hasta el nuevo sistema desarrollado de CA, y esto tiene que ver con la siguiente posición dentro de los problemas identificados que es la disposición de los clientes para administrar sus predios, lo que se refleja en falta de inversión en el arreglo de la infraestructura vial, junto con diversos problemas que se vivencian al ser los mismos clientes, los contratistas para las diversas tareas que se desarrollan en el predio (las cooperativas, iniciativa que Indupalma creó para el desarrollo económico y social desde los mismos clientes).

Los otros dos problemas más relevantes para el sistema logístico manejado por cada agrónomo, es la falta de organización en la recolección de fruto desde el mismo departamento agronómico y el robo de fruto desde el momento de la recolección hasta la entrega en báscula de las plantas extractoras, hecho que se ve reflejado en la tarifa que se le paga tanto al cliente socio del proyecto, el transportista y la misma compañía ya que a menor entrada de fruto, la producción de aceite es menor y esas mermas cada día aumentan a no tener un control del peso desde el momento en que es cortado el fruto.

❖ **Nivel de importancia de implementación de Centros de Acopio en Indupalma**

Para conocer si es necesario desarrollar Centros de Acopio (CA) para la distribución de fruto (transporte) desde los predios hasta las plantas, según la visión de los administradores de los proyectos, se realizó la quinta pregunta, dando como respuesta afirmativa el 83% frente a un 17% con respuesta negativa como se visualiza en la gráfica 5. Para verificar este nivel de respuesta se desarrolló el siguiente numeral de preguntas.

Gráfica 5. Nivel de importancia de implementación de Centros de Acopio (CA) en Indupalma Ltda.



Fuente: Elaboración propia.

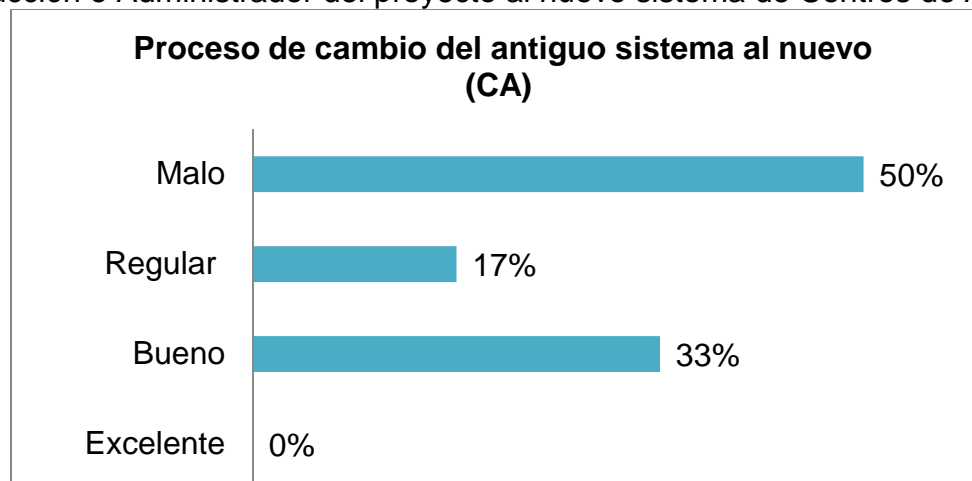
❖ **Desde el inicio del nuevo sistema de Centros de Acopio llamado “Sombrilla de Alrio Ltda.”...**

+ *Proceso de Cambio del antiguo sistema manejado por los Jefe de Producción o Administrador del proyecto al nuevo sistema de Centros de Acopio*

Para este numeral el 50% de los encuestados respondieron de forma negativa, siendo la calificación de “Mala” la de mayor porcentaje de respuesta, como se

puede observar en la gráfica 6, que contrasta con el segundo porcentaje del 33%, aludiendo al proceso de transformación como “Bueno”, y por ultimo un 17% como un proceso “Regular”. Bajo este nivel de respuesta tan diverso, se concluye que depende del proyecto al cual se refiera se llevan procesos de implementación distintos, lo que crea conflictos entre los clientes, al tener mejor o mayor intervención por parte de Indupalma en el proceso de cambio.

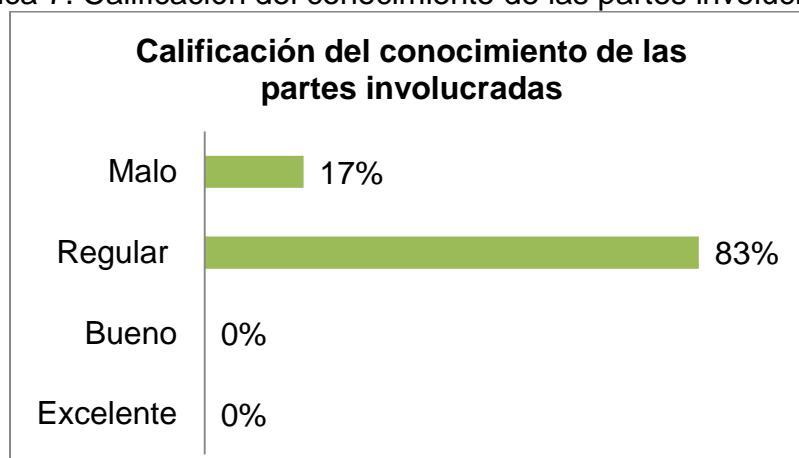
Gráfica 6. Proceso de Cambio del antiguo sistema manejado por los Jefe de Producción o Administrador del proyecto al nuevo sistema de Centros de Acopio.



Fuente: Elaboración propia.

+ *Calificación del conocimiento de las partes involucrada: Clientes – Ingenieros Encargados – Transportistas – Indupalma y Alrio*

Gráfica 7. Calificación del conocimiento de las partes involucradas.



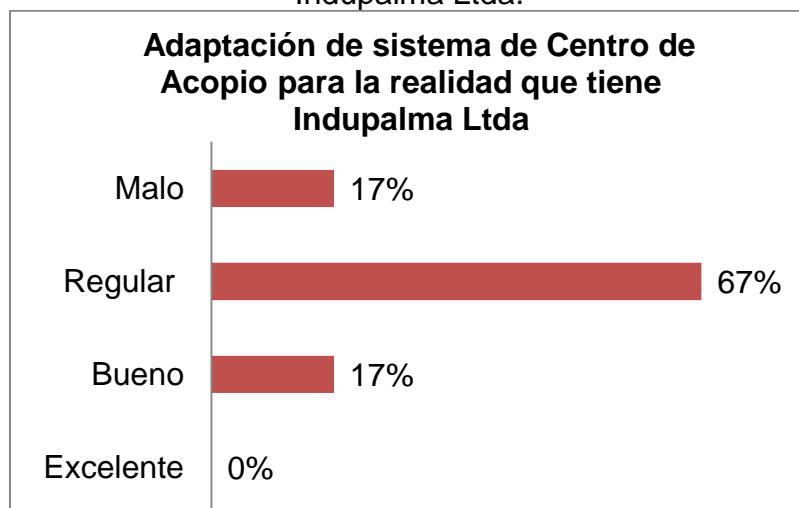
Fuente: Elaboración propia.

Para verificar la pregunta anterior se indaga acerca de la profundidad del tema que tienen las partes involucradas en este proceso de cambio de sistema de CA, para lo cual el 83% de los encuestados califican como “Regular” y el 17% como “Malo”, respuestas que ratifican que el principal problema de esta transformación es la falta de conocimiento e información, relacionado con los canales de comunicación establecidos a nivel micro y macro, generando inconvenientes y malentendidos por parte de todos los interesados.

*+ Adaptación de sistema de Centro de Acopio para la realidad que tiene Indupalma*

Teniendo en cuenta la realidad de Indupalma, se indago acerca de la adaptación del sistema de Centro de Acopio, calificándolo como “Regular” con el 67% de respuestas, el restante lo califican entre “Bueno” y “Malo” con el 17% cada una, verificando que este proceso de cambio al cual se está enfrentando Indupalma presenta inconvenientes principalmente de comunicación.

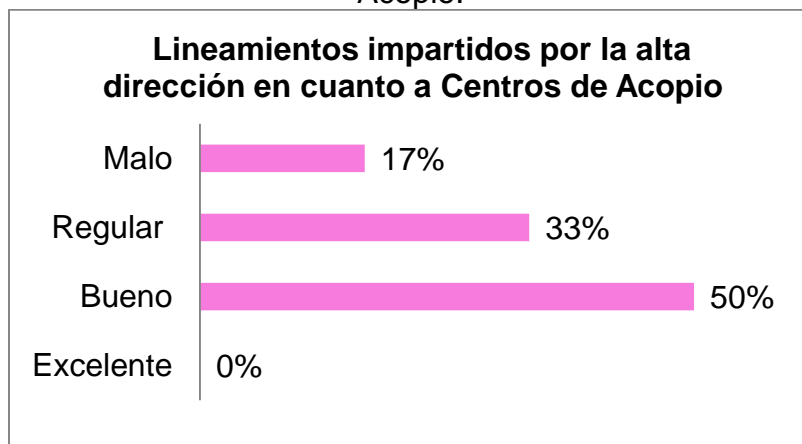
Gráfica 8. Adaptación de sistema de Centro de Acopio para la realidad que tiene Indupalma Ltda.



Fuente: Elaboración propia.

+ *Lineamientos impartidos por la alta dirección en cuanto a Centros de Acopio.*

Gráfica 9. Lineamientos impartidos por la alta dirección en cuanto a Centros de Acopio.



Fuente: Elaboración propia.

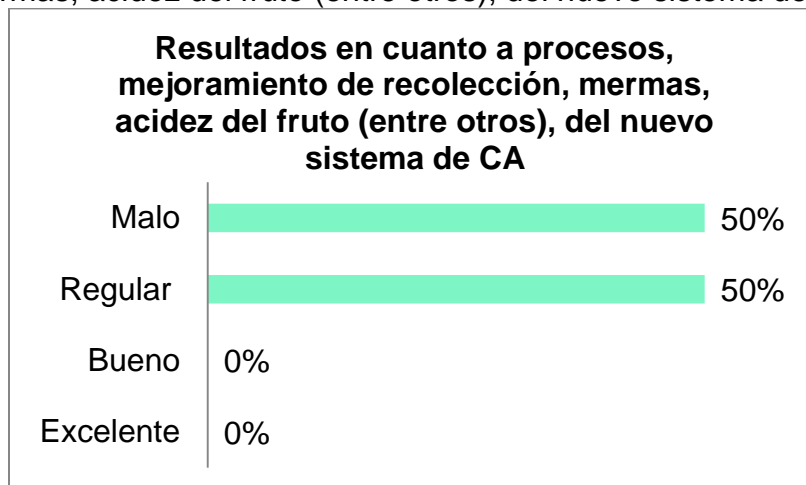
Según la población encuestada, el 50% califican como “Bueno” a los lineamientos impartidos por la alta dirección de Indupalma Ltda., en cuanto a los Centros de Acopio, el 33% y el 17% lo califican como “Regular” y “Malo” respectivamente, es decir que la perspectiva acerca de los lineamientos de la alta dirección está dividida en una calificación buena y no buena (regular y mala).

+ *Consideración acerca del nuevo sistema sobre resultados en cuanto a procesos, mejoramiento de recolección, mermas, acidez del fruto (entre otros)*

Esta pregunta refleja cómo según los administradores de los proyectos han sido los resultados en cuanto a los procesos implementados con la nueva propuesta, el mejoramiento de recolección reflejado en el ahorro del transporte y disminución de tiempos de recorrido, la disminución de mermas en el fruto recolectado y transportado junto con la acidez del fruto, siendo esta última la variable indispensable en la industria de la extracción de aceite de palma. El nivel de respuesta se desenvuelve entre las calificaciones “Regular” y “Mala”, cada una con el 50% de nivel de respuesta, lo que conlleva a pensar que el sistema que se creó para atacar precisamente esos factores no ha cumplido con las expectativas de mejoramiento integral en la ciclo de producción de la palma.



Gráfica 10. Resultados en cuanto a procesos, mejoramiento de recolección, mermas, acidez del fruto (entre otros), del nuevo sistema de CA.



Fuente: Elaboración propia

❖ **Manejo de criterios logísticos para la recolección de fruto de los proyectos asociados hacia la planta**

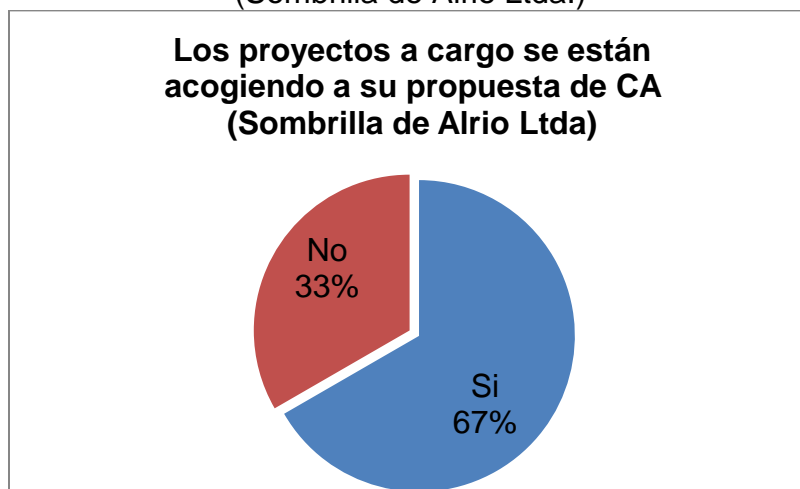
A esta pregunta el 100% de los encuestados respondieron positivamente, y se englobó los criterios manejados por cada uno en dos aspectos que son: La programación de la recolección según la periodicidad de maduración del fruto que puede ser diaria, semanal, mensual o anual, la organización del número de personal requerido para la recolección, alce y transporte del fruto.

Cabe resaltar que no se maneja diseño de ruta crítica, ni ningún criterio logístico real para la optimización de otros factores como el costo del transporte, la disminución en los tiempos de recorrido, entre otros.

❖ **Acogida de los proyectos a la propuesta de Centros de Acopio (CA), titulada como “Sombrilla de Alrio Ltda.”**

Como se visualiza en la gráfica 11, el 67% de los clientes de los proyectos asociados según los Jefes de Producción de los mismos aseguran que se están acogiendo a este nuevo sistema, y esto obedece a dos razones que engloban las razones dadas por los encuestados y son: (1) que es un beneficio para los clientes, al dejar la administración a cargo de su operador logístico en este caso Indupalma y Alrio, (2) porque es una directriz de la compañía a cargo de la operación logística, a la cual a corto, mediano o largo plazo se terminaran acogiendo.

Gráfica 11. Los proyectos a cargo se están acogiendo a su propuesta de CA (Sombrilla de Alrio Ltda.)



Fuente: Elaboración propia.

El 33% restante, responden negativamente, dando como razones que: (1) No se han puesto en funcionamiento los CA a los cuales se deben dirigir el fruto y (2) porque existe un conflicto con las cooperativas, al ser estas las que antiguamente prestaban el servicio de transporte, además que estas cooperativas son integradas en gran parte por los mismos dueños de los predios (clientes), generando una des concordancia, ya que la mayoría ha invertido en el tema del alce y transporte, y con la nueva propuesta no se les ha presentado una solución donde todos saquen una buena partida y el crecimiento sea para todos, clientes, empresa y proveedores.

❖ **El Diseño de la red logística es necesario para la consecución de la visión de Indupalma Ltda., y su nueva planta de extracción Oro Rojo**

Teniendo en cuenta la visión de Indupalma y a la par de la apertura de la nueva planta en Oro Rojo, se indago sobre la necesidad de hacer un diseño de red logística, en el escenario que se está viviendo en la empresa, llegando a la conclusión que el 100% de los encuestados afirma la necesidad de crear esta red, esto amparado por tres razones principales, que son: (1) la organización del sistema de producción y del ciclo de recolección de cosecha que impactará en el crecimiento financiero de la compañía – ahorro y optimización de recursos-, (2) Aumentar la calidad, teniendo como fin la minimización del tiempo que pasa desde que se corta el fruto hasta que es procesado en la planta extractora que influye directamente en la maduración y acidez del fruto, y por último (3) aumentar la seguridad, al disminuir las mermas, asegurando el fruto desde que es cortado en la palma hasta que es entregado en la báscula de la planta extractora.

## **7.2 ANÁLISIS EL COMPORTAMIENTO DE LOS FACTORES CRÍTICOS HALLADOS, PARA CONOCER EL ESCENARIO ACTUAL.**

Se debe tener en cuenta que los racimos de fruta fresca (RFF), producidos en los cultivos de palma de aceite, son la materia prima a partir de la cual se extrae el aceite crudo de palma (ACP). Estos deben ser transportados el mismo día en que son cosechados desde las fincas productoras hasta las plantas de beneficio (también llamadas extractoras), para que allí sean sometidos a procesos mecánicos que conducen a la extracción del aceite (ACP) y otros derivados. El proceso genérico de transporte del fruto comienza después de que los racimos son dejados por los operarios de cosecha en unos puntos de acopio internos (PAI), localizados en los predios administrados por Indupalma, en los caminos o vías principales de los mismos, de fácil acceso para que se realice el alce del fruto a los camiones y son despachados a la planta de beneficio<sup>31</sup>.

Además el cultivo de la palma de aceite no presenta producciones constantes de fruto a lo largo del año, sino que según la época éstas se acrecientan o reducen (fenómeno de estacionalidad) siendo el primer trimestre del año la temporada de mayor cosecha, por lo tanto un incremento en el personal para atender la producción de fruto, en el transporte y en el porcentaje de la capacidad procesamiento de la planta, situación contraria en temporadas de baja cosecha.

### **7.2.1. Diagnóstico del sistema de alce y transporte manejado por Indupalma**

Indupalma Ltda., está desarrollando un sistema de distribución logístico que a largo plazo se piensa hacer extenso a todos los predios adscritos a la administración logística de la compañía, detectándose que el principal factor que ha causado problemas es la falta de información clara para todos los involucrados, además de compromiso por parte de todos en la consecución e implementación del sistema, partiendo de esta realidad en Indupalma, se hace necesario evaluar y desarrollar información clave soportada desde las necesidades de los clientes, empresa y proveedores.

Se debe describir como son los procesos manejados por la compañía para la distribución de fruto desde los predios a los centros de acopio: (1) el manejo por cada ingeniero agrónomo jefe de producción encargado de cada proyecto y (2) el nuevo sistema implementado por la alta gerencia con la creación de Centros de Acopio (CA).

---

<sup>31</sup> FONTANILLA, Op. Cit., p 12.

### **7.2.1.1. Sistema manejado por cada administrador encargado del proyecto (Jefes de Producción de Proyectos Asociados)**

Para entender el sistema de transporte del fruto se hace necesario conocer cómo funciona toda la cadena de suministro de fruto a las plantas extractoras

+ *Programación de la cosecha*: Se describirán las actividades y condiciones para los proyectos asociados a Indupalma Ltda., en el alce de los racimos de fruto de palma a la maquinaria de carga y en el transporte a la Planta Extractora asignada manejado hasta el momento por la compañía, dirigido por cada ingeniero encargado del proyecto y los transportistas independientes de la zona contratados, en su mayoría las Cooperativas, creadas por iniciativa de Indupalma para el desarrollo económico y social de la zona en la que hace presencia la empresa, y donde clientes dueños de predios y personas de la zona las componen.

El inicio del proceso se hace con la programación diaria que actualmente la realizan los supervisores de cosecha, de acuerdo con la periodicidad de cada parcela, la productividad del sector, el desarrollo de la actividad de cosecha realizada en el día, se estima la cantidad de fruto por sector y las parcelas a cosechar el día siguiente.

A las 12 a.m. cuando el supervisor llega a la oficina, realiza la programación, sin embargo, a esta hora no se sabe cuáles son las actividades de cosecha realizadas puesto que estas terminan hasta las 3:00 p.m. Esta información la obtienen los supervisores de cosecha al consultar con los gerentes de las cooperativas a las 5:00 a.m. del día siguiente, por lo tanto es hasta las 6:00 a.m. de este segundo día que se hace el ajuste a la programación.

La exactitud de las cantidades programadas depende del conocimiento del supervisor, en la mayoría de los casos las cantidades programadas son inferiores a las que hay para cosechar, afectando desde el primer momento toda la programación de recursos. Este es el primer incidente, solicitar menos recursos de los que realmente necesita.

Algunas cooperativas tienen su propio formato o llevan la información de cosecha y corte de fruto en un cuaderno, pero este no se envía al departamento Agronómico ni al transportador para que estos sepan que predios, parcelas o zonas quedaron finalmente programadas. Sumado a esto no todos los formatos tienen la información de los recursos necesitados, lo que genera puntos de diferencia para llevar la trazabilidad de la programación. En cuanto al transportador no tienen ningún formato para llevar el registro de su labor diaria.

+ Suministro de búfalos y carromatos

Figura 10. Manejo de carromato alado por búfalo.



Fuente: Indupalma

Existe una contratación cada trimestre con las diferentes cooperativas avaladas Indupalma, que engloba todas las labores agronómicas que se desarrollaran en este lapso de tiempo, llamada “Combos”.

Al inicio del combo se seleccionan y se asignan verbalmente los búfalos y carromatos\* propios de cada proyecto por cooperativa contratada, sin embargo no se lleva un registro de esto.

El asignar el búfalo a cada grupo de trabajo desde el inicio del combo, no permite que se realice un adecuado programa de rotación de trabajo de los búfalos, por lo cual se puede presentar sobrecarga de trabajo de algunos búfalos.

El encargado de la bufalera llega a las 5:00 a.m., sin embargo, lo máximo que se puede hacer es acercar los búfalos, allí antes de alistar el búfalo para su día de trabajo se debe enjuagarlo para quitarle el barro y evitar con esto lesiones con el equipo que se le instala para instalar el carromato, llamado ásperos.

El mulero, que se encargara de guiar el carromato, el búfalo, y cargar el fruto al mismo, debe cargar el timbo de agua y melaza para suministrarla durante todo el día, aunque esta cantidad es insuficiente para el trabajo que realiza el animal durante la jornada. Esta tarea es obligatoria y supervisada por el encargado de la bufalera.

---

\* Carromato es el instrumento de carga de fruto que se le adiciona al búfalo, para recolectar el mismo dentro del predio y los surcos de palma a donde los vehículos de cargue y transporte no podría ingresar. En su aspecto físico es similar a una carretilla pero en mayor tamaño.

A partir de las 3:00 p.m., se dejan los búfalos y carromatos en su respectivo sitio de descanso, aunque la jornada de trabajo máximo para el búfalo es de 10 horas y debe ser respetada, por cuanto el horario final para recibir a los animales en las bufaleras es a las 5:00 p.m., debido al horario del encargado de las bufaleras que es de 5:00 a.m. a 1:30 p.m., no hay ningún encargado que los reciba y por esta razón se presentan escapes de búfalos, laceraciones y picaduras en el animal no revisadas a tiempo, además de dejar los carromatos mal puestos en su zona de parqueo. Esta falta de control en la recepción de los búfalos y carromatos hace que no haya control para detectar quien ocasiona el daño al equipo o animal, ya que solo hasta el día siguiente de recepcionados el equipo y el transporte se pueden verificar como llegaron.

Por otra parte está la parte de alimentación de estos semovientes, ya que no existen pastos óptimos y no se cuenta con potreros adecuados (preparados, arados, rastrillados y siembra de pasto), por lo cual los búfalos se alimentan únicamente de torta de palmiste y melaza, esta es una de las principales razones por la que se derrotan (se escapan), para buscar pasto en las parcelas o en otros potreros.

Los aperos (enjalmas) utilizados como equipo de unión carromato-búfalo no son de buena calidad, siendo esta la causa principal de que se encuentran búfalos con peladuras, sumado a que los muleros no guardan adecuadamente los aperos causando mayor deterioro, adicionalmente, a los espacios para guardar los alimentos, aperos y herramientas, les faltan mayor iluminación, ventilación y seguridad. Otras lesiones comunes son la inflamación del lomo por exceso de carga, cojeras y el riesgo a la picadura de culebras.

Por otra parte está la falta de disposición de los clientes en la administración de esta parte del proceso, ya que muchos no contratan la asistencia médico veterinaria necesaria para el cuidado y prevención en la calidad de vida de estos semovientes. Todas estas apreciaciones afectan la disponibilidad de estos recursos para el sistema de transporte

#### *+ Cosecha*

La capacidad del sistema de transporte depende de la cantidad de grúas operando y el tiempo que estas utilizan para realizar las labores de alce o llenado de un volco o volqueta, como se realiza en Indupalma, muy diferente a la labor que se desarrolla en los predios de los proyectos asociados donde el alce es manual, más adelante se detallará.

#### ***Alce de RFF en Indupalma***

Al tomar los tiempos del alce en condiciones controladas se encontró lo siguiente:

- ♣ Tiempo para alzar 1 malla en 1 puesto de recepción alrededor de 10 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 2 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 12 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 3 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 14 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 4 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 16 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 5 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 17 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 6 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 18 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 7 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 19 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 8 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 20 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 9 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 21 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 10 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 22 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 11 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 23 minutos
- ♣ Tiempo para alzar 12 mallas en 1 puesto de recepción alrededor de 24 minutos

La cantidad de mallas para llenar un volc6 es de 12 unidades. El mayor tiempo al inicio de este proceso de alce, se da por el tiempo en detener y preparar la grúa para el alce (10 min), pero, al final tambi6n est6 el tiempo de recoger la pepa del puesto de recepci6n, sin embargo se encontr6 que algunas grúas no realizan esta operaci6n, incluso dejan racimos que se han caído, lo que genera el mayor porcentaje de mermas entre lo que se tiene presupuestado cosechar y lo que realmente entra a la báscula de la planta extractora.

Figura 11. Malla para la Recolecci6n del Fruto de Palma



Fuente: Indupalma.

En las diferentes visitas a campo, se encontr6 las siguientes anomalías en las actividades de cosecha que afecta estos tiempos:

- ❖ Ubicaci6n de mallas en puesto de recepci6n por ambos lados (vías) de las parcelas
- ❖ Mallas fuera de puesto de recepci6n

- ❖ Mallas volteadas
- ❖ Mallas abiertas o sin lazos
- ❖ Mallas con nudos ciegos
- ❖ Mallas rotas
- ❖ Mallas con sobrepeso o racimos sueltos
- ❖ Puestos de recepción enfrenados diagonalmente
- ❖ El deterioro de las mallas es evidente.

Al presentarse una anomalía de estas, puede afectar el tiempo de alce hasta en 15 minutos por malla con anomalía. En un alce generalmente se encuentra más de una anomalía.

El desplazamiento de una grúa para alzar una malla ubicada fuera del puesto de recepción o en el costado opuesto a la calle de alce es de 15 hasta 20 minutos.

Si una cuadrilla hace nudos ciegos, los hace en todas las mallas, agregando aproximadamente 10 minutos por malla al proceso (120 min por volco). Adicionalmente esto causa que el ayudante de grúa corte los lazos. Algunas mallas no tienen anillos y esto también dificulta el amarre y desamarre.

A continuación se muestra las principales fallas en las mallas, debido al mal uso de las personas encargadas de su utilización:

Figura 12. Principales fallas de las mallas, utilizadas para la recolección de fruto.

Mallas abiertas



Mallas sobrecargada





Ensanche de la red



Malla muy pequeña



Fuente: Indupalma

La capacidad de la malla es de 800 a 850 kg, sin embargo es común encontrar malla con más de 1000kg, esto repercute en el tiempo porque al alzar la malla los racimos se caen. Adicionalmente genera deterioro de la malla, mayor desgaste del carrozato y los búfalos.

El mayor deterioro de las mallas se debe a que no se hace un manejo adecuado de las mallas por parte de los operadores de grúa, ayudantes y conductores. (Se enganchan mal, se arrastran, se caen, se dejan en la mitad de las vías, los vehículos y grúas pasan por encima de las mallas.

A pesar de que estas anomalías afectan drásticamente los tiempos de alce y transporte, se han convertido en parte de la rutina diaria y en su gran mayoría no se reportan, puesto que quien las detecta es el transportador y este tiene una relación transportador-Cooperativa, lo que dificulta tener claridad en la información.

Por otra parte, como el supervisor del predio se desplaza temprano, no puede verificar la calidad de la disposición del fruto en los puestos de recepción ya establecidos, entre otras actividades de supervisión, por cuanto a partir de las 11:00 a.m. es cuando realmente empiezan a salir la mayoría de mayas cosechadas hacia la planta extractora.

### ***Alce de RFF en predios de proyectos asociados***

La cuadrilla de cosecha está conformada por una carreta con capacidad de 1 ton RFF, halada por un búfalo acompaña de un cortador y dos recogedores, disminuyendo a un recogedor en época de baja producción.

Las funciones del cortador son cortar el racimo y la hoja y las del recogedor es recoger el racimo y el fruto suelto, cortar el pedúnculo del racimo y cortar el raquis de la hoja ubicando la parte espinosa en la interlinea y el resto en las calles.

Figura 13. Equipo de cosecha utilizado en el palmar de la Vizcaína



Fuente: Indupalma.

El proceso de alce manual comprende los siguientes pasos:

1. La cuadrilla de recogedores realiza el mismo recorrido del cortador para ubicar las palmas con racimos cortados, esta cuadrilla es la responsable de operar el búfalo y la carreta.
2. Los racimos cortados son recogidos conjuntamente con el fruto suelto y son cargados manualmente por el recogedor depositándolos en la carreta de cosecha.
3. Cuando la carreta está llena (800 kg RRF aproximadamente que es la capacidad de tiro de un búfalo para las condiciones de terreno) se trasladan a los centros de acopio internos ubicados en cada lote sobre la vía de acceso.
4. Al terminar el corte y alce de racimos en cada lote, ingresa un camión o una volqueta con capacidad de 9 a 14 toneladas y realiza el recorrido por cada centro de acopio interno del predio con una cuadrilla de alce de racimos que levanta el fruto depositándolo en la carrocería del vehículo, en cada centro de acopio el supervisor de campo cuenta los racimos cosechados y con esa información se hace liquidación a las cuadrillas de cosecha para el pago de las compensaciones y se controla la producción por lote, teniendo en cuenta el peso medio de racimo de cada viaje se calcula con el peso entregado neto transportado y reportado por la báscula de la planta extractora dividido entre el número de racimos reportado por el supervisor.

Figura 14. Alce manual de racimos en el campo experimental.



Fuente: Indupalma

5. Cuando el camión o la volqueta están completamente llenos se autoriza el envío del fruto a planta extractora.

Los problemas más frecuentes de este sistema es el usual deterioro de las vías, con un alto costo de mantenimiento, por el extenso recorrido que debe hacer el camión para cargar el fruto.

#### + *Ruta crítica alce y transporte*

En baja cosecha el administrador del transporte cuenta con 2 turnos, de 8:00 a.m. a 06:00 p.m. y de 06:00 p.m. hasta que terminen. En alta cosecha se cuenta con 2 turnos de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. y de 6:00 p.m. a 6:00 a.m., es decir que se encuentran vehículos entrando con fruto a la planta las 24 horas.

Tanto las grúas como los vehículos están trabajando permanentemente, 20 horas en baja y 24 horas en alta, quedando así muy poco tiempo para actividades de mantenimiento y alistamiento. En baja cosecha, esta actividad se hace de 8:00 a 08:30 a.m.

La programación de vehículos se realiza a las 7:00 a.m. con el apoyo del Jefe de Producción de cada proyecto, generalmente se hace sobre la hoja de programación. Existen continuos ajustes a la programación inicial de vehículos, debido a las diferentes contingencias que ocurren en el día.

La recolección del fruto para los proyectos asociados es realizada por las cooperativas los cuales hacen el alce del fruto manualmente como ya se describió anteriormente, la contratación del servicio de transporte la hace cada clientes para el predio del cual es propietario, lo que indica que el camión contratado solo va a un predio cuando su cupo o capacidad de cargue este completo, es decir que si el fruto que se recoge en un día no alcanza a llenar el camión, esté sólo ira hasta el lugar de recepción cuando este completo el cupo para luego llevarlo a la báscula de la planta extractora a la que le corresponde. Lo que indica mayor tiempo para la recolección de fruto que genera un retraso en toda la cadena, además mayor acidez en el fruto, porque el fruto cortado debe dejarse hasta cuando el viaje contratado lleve la capacidad completa del camión.

Este transporte utilizado por la mayoría de los proyectos es propiedad de los dueños de los predios, o de las cooperativas a las cuales se les contratan los combos.

Estos inconvenientes no permiten que se realice el ciclo en el que el fruto que se corte, sea llevado a planta, así sea en una pequeña proporción, que impacte directamente en la variable de acidez del fruto, indispensable para la mejor y mayor extracción de aceite.

La mayoría de tipo de vehículos para el transporte del fruto son volquetas, algunos proyectos cuentan con Kodiak y grúas para el alce del fruto. Al momento del alce de fruto se determina el peso promedio teniendo en cuenta factores como el tipo de palma sembrada, el sector donde se encuentra ubicada, el tiempo que lleva de sembrada las plantas cosechadas, y el tiempo de maduración que tiene el fruto, pero solo se obtiene el peso real una vez que llegue a la báscula de la planta extractora correspondiente, lo que crea diferencias entre lo que se estimó en campo por los supervisores de zona y lo que realmente llego a planta.

De acuerdo con lo anterior y teniendo como materia prima las toneladas estimadas y las distancias a los diferentes sectores de la plantación, para el día siguiente, se debe programar la combinación adecuada de recursos, que permitan la optimización de los recursos y que evite pérdidas de tiempo tanto a las grúas como a los vehículos de transporte.

#### *+ Recepción de fruto en la planta extractora*

La capacidad de la planta para el procesamiento de fruto es de 60 ton/h, por lo que se espera este sea el flujo óptimo de transporte, sin embargo esta puede operar de acuerdo con la programación propia de equipos ya sea por baja cosecha, actividades de mantenimiento o de optimización de equipos o por contingencias a capacidades menores, lo que disminuiría el flujo de descargue de la tolva al proceso y generaría almacenamiento del fruto en tolva. La capacidad de

almacenamiento de la tolva es de 160 toneladas, y en vagonetas se podría almacenar hasta 432 toneladas.

Si por contingencias de la planta el fruto supera esta cantidad, se podrían almacenar el fruto en los volcos del proveedor de transporte, sin embargo sólo se podrían usar los que no detenga la operación de transporte. Que corresponden al cálculo de 2 volcos por cada kodiak o tractocamión.

Por lo anterior, la planta podrá disponer de la diferencia para almacenar fruto en planta. Sólo hasta que la planta haya pasado de 710 ton de fruto almacenado (30 volcos\*10 ton=300 ton + 160 tolva + 250 vagonetas) se evaluará la opción de botar el fruto al piso para evitar la detención del sistema de transporte de fruto cosechado. La decisión de tirar fruto al piso sólo podrá ser autorizada por el Director de Planta, quien deberá tener en cuenta el límite anterior. Los perjuicios causados por esta decisión, en caso de no cumplir con los límites de volcos establecidos se cargaran al administrador del transporte.

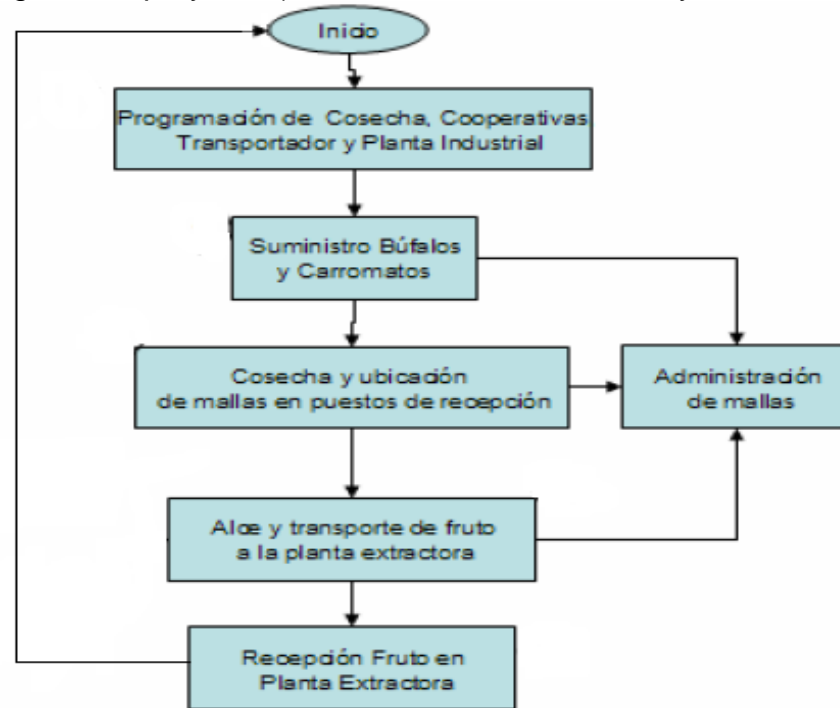
Las volquetas deben ser descargadas directamente en tolva y los volcos se pesan y se dejan almacenados en la zona demarcada dentro de la planta. El fruto descargado en tolva debe pasarse inmediatamente a las vagonetas, previendo dejar la tolva vacía. Sólo si la cantidad de fruto que suministran las volquetas no es suficiente para garantizar la operación de la planta, se deberán descargar los volcos directamente. Una vez se hayan descargado todas las volquetas se inicia el descargue de los volcos en tolva en el mismo orden de llegada, para evitar la acidificación del fruto. El agilizador de planta debe coordinar la movilización de los mismos de acuerdo con lo establecido y las zonas determinadas.

Tan pronto llega un vehículo con fruto a la planta, debe reportarse en la báscula camionera e ingresar al sistema e imprimir en la tira la hora de llegada. El tiempo de espera establecido en báscula es de 10 min. Los volcos deben se deben pesar y almacenar en las áreas establecidas dentro de la planta.

Las volquetas se deben pesar y descargar en la tolva. En el caso de que las volquetas no suministren las cantidades de fruto necesarias para el funcionamiento de la planta, se debe solicitar el descargue de los volcos a la tolva. El fruto en tolva debe ir descargando continuamente en las vagonetas, estas deben permanecer llenas.

A continuación se presentara el diagrama de flujo de la cadena de suministro de fruto de los diferentes predios adscritos a los proyectos a las plantas extractoras.

Gráfica 12. Diagrama de flujo del sistema manejado por cada administrador encargado del proyecto (Jefes de Producción de Proyectos Asociados)



Fuente: Indupalma

#### 7.2.1.2. Sistema manejado actualmente en los Centros de Acopio, como estrategia de la gerencia.

Este sistema maneja las primeras etapas igual que el proceso anteriormente descrito, estas son: (1) la programación de la cosecha, (2) el suministro de búfalos y carromatos y (3) la cosecha, (5) la recepción de fruto en la planta extractora, pero la (4) ruta crítica alce y transporte cambia la metodología utilizada. A continuación se muestra el paso a paso de las actividades realizadas, esta etapa modificada:

Tabla 9. Actividades y condiciones para los proyectos en el alce de los racimos de fruto de palma a la maquinaria de carga y en el transporte a la Planta Extractora asignada, con el sistema de Centros de Acopio

N°	Responsable	Actividad	Observación/Registro
1	Supervisor de Campo de Alrio	Con la programación de cosecha que entrega el jefe de producción agronómica, se realiza la ruta de verificación.	Registro de verificación (finca, n° de racimos, toneladas a cargar), próxima cosecha, n° cosecheros, peso promedio)
2	Coordinador de Operaciones	<p>Revisa el Registro de verificación dado por el supervisor de campo y confirma producción con los supervisores de cada proyecto.</p> <p>Verifica la disponibilidad de vehículos y equipos de carga, organiza las rutas y define el sitio de descargue.</p>	
3	Gerente de la SAS	<p>Coordina la recolección del fruto a partir de la programación entregada por el coordinador de operaciones.</p> <p>Revisa instructivo para la recogida de fruto.</p>	Instructivo de recogida de fruto (Conseguir conductor y cargadores, confirmar nombre de la finca, conductor, vehículo, hora de recolección)
4	Trabajador de la SAS	<p>Se dirige al lugar indicado por el gerente de la SAS e inicia la programación correspondiente.</p> <p>Recoge el fruto, alce manual del fruto contarlos al momento de alzarlos y descargarlos al vehículo de carga verificando el conteo con los registros en la penca, registra en la PDA el número de racimos, identificación del predio y de los cosecheros e imprime la tirilla con los datos registrados.</p>	Registro de la PDA

N°	Responsable	Actividad	Observación/Registro
5	Trabajador de la SAS	<p>Si en la recolección del fruto de cada predio, el vehículo se encuentra lleno se dirige a la planta extractora que le corresponde a cada fruto recibido.</p> <p>De lo contrario se dirige al centro de acopio que le corresponde, entregando el fruto y la titilla que identifique la procedencia y cantidad del fruto.</p>	
6	Coordinador Centro acopio	<p>Recibe el fruto y las tirillas en el centro de acopio, llevar un registro del peso y su procedencia, identifica el fruto de acuerdo a sus tamaño (pequeño y mediano), y al tipo de fruto (Hibrido y Guinensis), para que sean descargados a las tolvas adecuadas y evitar mezclas.</p> <p>Informa al coordinador la cantidad de volcos llenos.</p>	
7	Coordinador de operación	<p>Programa con el gerente de la SAS la cantidad de maquinaria necesaria para recoger la carga del centro de acopio y trasportarla a la tolva de la Planta Extractora.</p>	
8	Gerente de la SAS	<p>Enviar el transporte adecuado al centro de acopio.</p>	
9	Trabajador de la SAS	<p>Llevar el vehículo de carga al centro de acopio, recoger el registro del peso y se dirige a la Planta Extractora asignada.</p>	

Fuente: Elaboración propia



Los procesos siguientes se siguen manteniendo para las dos plantas, es decir como se venía manejando en la planta de San Alberto descrito en el sistema manejado por los Jefes de Producción de cada proyecto, se replicándose el sistema en la planta de Sabana de Torres (Oro Rojo).

Como se visualiza en los procesos descritos, el manejo hasta el año pasado y el que la gerencia está implementando necesita un diseño logístico y metodológico para guiar a todos a la construcción de una red logística verdadera que responda a las condiciones que Indupalma requiere día a día.

### 7.3 DETERMINAR UBICACIÓN Y NÚMERO ÓPTIMO DE CENTROS DE ACOPIO PARA MINIMIZAR LOS RIESGOS ASOCIADOS AL FRUTO DE LA PALMA (MATERIA PRIMA)

#### 7.3.1 Información Preliminar

Para la realización de este objetivo se debe recopilar una información preliminar la cual se presentara a continuación:

Tabla 10. Información General Proceso de Transporte – Indupalma

<b>INFORMACIÓN GENERAL PROCESO DE TRANSPORTE</b>	
Capacidad de Vehículos utilizados actualmente para el transporte de fruto a terceros:	9 a 14 Ton
<b>Promedio de Capacidad de Vehículos (para cálculos numéricos)</b>	<b>11,5</b>
Cantidad de Vehículos contratado a para el transporte de fruto a terceros (Proyectos asociados)	23
Cantidad de Vehículos contratados para transporte de fruto de los Proyectos Asociados El Horizonte, El Palmar, Las Elsas	29
<b>Total Vehículos Contratados Actualmente para transporte de fruto de terceros o Proyectos Asociados</b>	<b>52</b>
Promedio de Ton Recolectadas Diariamente Fecha de Dato: Abril 2013	200 a 450 Ton

Fuente: Empresa de San Alberto – Alrio

Esta información es recolectada directamente con los funcionarios de Alrio, que se encuentran manejando el transporte de fruto y la construcción de los centros de acopio por parte de la dirección de planta de Indupalma.

Para contrastar esta información se toma como base la información de los vehículos propios actualmente utilizados en Alrio, empresa la cual por cuestiones de falta de capacidad se encuentra contratando vehículos de la zona similares a los manejados para el transporte de fruto de los terrenos propios de Indupalma, para cubrir este proceso desde los proyectos asociados a las plantas.

Tabla 11. Información General de Vehículos utilizados en Alrio (Empresa Filial Transportadora de Indupalma)

<b>INFORMACIÓN GENERAL DE VEHÍCULOS UTILIZADOS EN ALRIO</b>		
<b>CAMIÓN KERAX</b>	<b>VENTAJAS</b>	<p><b>ALTA CAPACIDAD DE CARGA:</b> 14 toneladas, lo cual reduce el número de viajes requeridos con relación a los Kodiak.</p> <p><b>CAPACIDAD DE DESPLAZAMIENTO:</b> Los camiones kerax cuentan con bajo y traba lo cual facilita su desplazamiento por vías en malas condiciones.</p>
	<b>DESVENTAJAS</b>	<p><b>ALTO IMPACTO SOBRE LAS VÍAS:</b> el peso del equipo presenta un alto impacto sobre vías secundarias, por lo cual se limita su rango de operación a vías primarias.</p> <p><b>OPERACION:</b> se trata de camiones largos, que requieren un radio de giro amplio, utilizar estos vehículos en zonas con radios de giro limitados implica riesgo de volcamiento del equipo</p>
<b>CAMIÓN KODIAK</b>	<b>VENTAJAS</b>	<p><b>IMPACTO SOBRE LAS VÍAS:</b> Los kodiak presentan un menor peso que los kerax, lo cual disminuye su impacto sobre las vías.</p> <p><b>OPERACIÓN:</b> Los kodiak requieren un radio de giro menor, facilitando su movilidad y operación</p>
	<b>DESVENTAJAS</b>	<p><b>MENOR CAPACIDAD DE CARGA:</b> 9 toneladas lo cual aumenta el número de viajes requeridos con relación a los kerax.</p> <p><b>CAPACIDAD DE DESPLAZAMIENTO:</b> Los kodiak no cuentan con bajo y traba por lo cual pueden quedarse "enterrados" en vías en malas condiciones.</p>

Fuente: Alrio - Análisis de Procesos Alrio Ltda. - Caroll Imitola / Jefe de Operaciones

Según el documento desarrollado por Ricardo José Botero y Jesús Enrique Prieto de Hewlett-Packard, titulado "Documentación del proceso de alce y transporte de Racimos de Fruto Fresco (RFF) en 6 plantaciones de palmas de aceite de la zona central y oriental de Colombia", para la empresa Indupalma Ltda., se estimó una velocidad promedio de los camiones en promedio 21 kph medida en campo, la baja velocidad detectada se debió principalmente a que en un buen tramo, la vía

tenía algunos huecos, con una banca muy angosta, se detectó una velocidad mayor en la vía principal que va a la planta extractora de 30 kph.

Dentro del marco legal, Indupalma debe tener en cuenta lo estipulado por la ley, en lo que respecta al peso máximo para carga pesada en carreteras nacionales, al estar ubicada cerca y por tanto utilizar una vía nacional para el transporte de su fruto a planta, estos reglamentos se resumen en:

**a. Resolución 002888 de 2005 (Octubre 14) Ministerio de Transporte de Colombia**, por la cual se modifica parcialmente la Resolución 4100 del 28 de diciembre de 2004, expresando específicamente en el Artículo 5 que: "Para el control de peso en báscula de los vehículos automotores rígidos de dos (2) ejes, cuyo peso bruto vehicular fijado por el fabricante en la homologación es menor o igual de 8.500 kilogramos, se tomará como referencia de control máximo 8.500 kilogramos de P.B.V.

Para el control de peso en báscula de los vehículos automotores rígidos de dos (2) ejes, cuyo peso bruto vehicular fijado por el fabricante en la homologación es mayor de 8500 kilogramos, se toma como referencia de control máximo 16.000 kilogramos de P.B.V., según lo establecido en el artículo 8° de la Resolución 4100 de 2004, en todo caso, las modificaciones a las especificaciones originales del vehículo determinadas por el fabricante y consignadas en la ficha técnica de homologación, son responsabilidad exclusiva del propietario del vehículo".

**b. Resolución 001782 de 2009 (Mayo 08) Ministerio de Transporte de Colombia**, por la cual se modifica el artículo 8° de la Resolución 4100 del 28 de diciembre de 2004, expresando en su Artículo 8°, que trata sobre el *Peso bruto vehicular*: "El peso bruto vehicular para los vehículos de transporte de carga a nivel nacional debe ser el establecido en la siguiente tabla:

Tabla 12. Resolución 001782 de 2009 (Mayo 08), Artículo 8°, Peso Bruto Vehicular (PBV) para los vehículos de transporte de carga a nivel nacional.

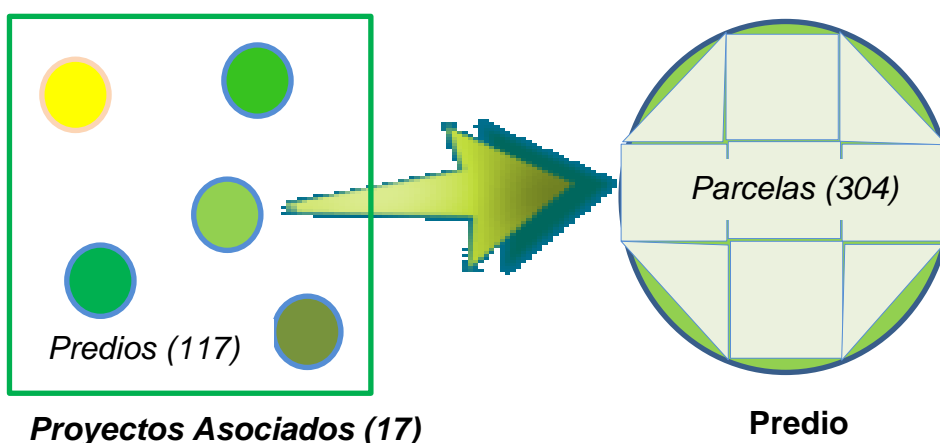
VEHÍCULOS	DESIGNACIÓN	MAXIMO PBV (kg)	PBV, TOLERANCIA POSITIVA DE MEDICION (kg)
Camiones	2	17.000	425
	3	28.000	700
	4	31.000 (1)	775
	4	36.000 (2)	900
	4	32.000 (3)	800

Fuente: Ministerio de Transporte de Colombia

### 7.3.2 Análisis de información para ubicación de centros de acopio

Indupalma Ltda., desarrolló una metodología de negocio la cual se fundamenta en el tema de proyectos asociados, que es la unión de diferentes parcelas, que agrupadas se llaman predios, y estos a su vez se agrupan para recibir el nombre de proyectos, con la idea de emprender desarrollo a un grupo de personas más numeroso del que otras plantaciones maneja. A continuación se muestra en la gráfica cómo se maneja la idea de negocio de Indupalma, y la relación de los proyectos, predios y parcelas.

Figura 15. Agrupación de proyectos asociados o terceros a Indupalma.



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Relación de los proyectos asociados a Indupalma, sus respectivos predios y parcelas.

Proyecto	N° Predios	N° Parcelas	Hectáreas sembradas	Comentario
Coopalmag	32	51	1609,89	
Coopalmares	30	37	952,08	
Coopsabana	38	39	1300	
El Futuro de la Palma	1	23	434,21	
El Horizonte	1	58	1301,04	
El Palmar	3	61	1493,94	
<i>El Triangulo</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>50</i>	<i>No tomado en cuenta, se encuentra en fase de estudio de la cosecha</i>
<i>Empalmar</i>	<i>1</i>	<i>5</i>	<i>89,89</i>	<i>Territorio administrado igual que terrenos de Indupalma</i>

Proyecto	N° Predios	N° Parcelas	Hectáreas sembradas	Comentario
Empalmar II	1	1	104,83	
<i>Hato Sambra</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>19</i>	<i>No tomado en cuenta, se encuentra en fase de estudio de la cosecha</i>
La Elsa I, II, III	1	22	412,26	Proyectos se unificaron para mejor administración
<i>La Batalla</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>No tomado en cuenta, se encuentra en fase de cultivo</i>
<i>Monterrey</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>10</i>	<i>No tomado en cuenta, se encuentra en fase de estudio de la cosecha</i>
<i>Palestina</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>100</i>	<i>No tomado en cuenta, se encuentra en fase de estudio de la cosecha</i>
<i>Santa Rosa</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>0</i>	<i>No tomado en cuenta, se encuentra en fase de cultivo</i>
<b>Total General</b>	113	304		
<b>Total</b>	107 <sup>32</sup>	292	N° de Población tomada para la selección de la muestra del presente estudio, al ser estar produciendo RFF	

Fuente: Elaboración propia.

### 7.3.3 Tipo de Muestreo, cálculo del tamaño y selección de muestra

Debido a la extensión de la población, a las implicaciones del tiempo de estudio de la práctica desarrollada, el costo del mismo y el desplazamiento geográfico que se tendrían al estudiar la totalidad de los predios de los proyectos asociados que están en producción, se toma la decisión de seleccionar una muestra representativa que represente las situaciones típicas del total de la población, es decir que estén distribuidos a lo largo de la extensión geográfica donde se desarrolla el negocio de Indupalma, tenga diversos niveles de producción, presente zonas de acceso difíciles y no demarcadas, entre otros.

<sup>32</sup> Ver Anexo 3. Predios de los Proyectos Asociados a Indupalma (Población total) relacionado con la distancia a la planta de San Alberto (Indupalma) y Sabana de Torres (Oro Rojo), el estado de la vía utilizada actualmente y el área del predio.

Bajo estos parámetros se desarrolla un muestreo casual o incidental, que trata de un “proceso donde el investigador selecciona directa o intencionalmente los individuos de la población”<sup>33</sup>, seleccionando los predios que tengan los niveles de producción presupuestados más altos durante 2013, distribuidos geográficamente a lo largo del perímetro en el que se asienta los cultivos de palma y que se dirijan a las plantas de San Alberto y de Sabana de Torres.

Luego de tener los parámetros para el muestreo causal o incidental, se procede a determinar el tamaño de la muestra para una población finita, es decir contable y donde la variable es de tipo categórica, utilizando la siguiente ecuación:

$$n = \frac{Z^2 (p)(q) N}{E^2 N + Z^2 (p)(q)}$$

Donde,

Z: Corresponde al Nivel de confianza,

E: el Grado de error (e)

N: Es el Universo o población

p: Probabilidad de ocurrencia (P)

q: Probabilidad de no ocurrencia (Q)

Tabla 14. Selección de Muestra: predios de proyectos asociados a estudiar.

<b>n = (Z<sup>2</sup>pqN) / (Ne<sup>2</sup> + Z<sup>2</sup>pq)</b>		
<b>Parámetro y/o variable</b>	<b>Valor</b>	<b>Comentario de selección</b>
Nivel de confianza (Z)	1,65	Siendo el porcentaje de seguridad que existe para generalizar los resultados obtenidos, se seleccionó un nivel de confianza del 90%, ya que con dicho porcentaje representa una porción de la población representativo, que incluye las características básicas de la realidad que tiene Indupalma en sus proyectos asociados (distribución geográfica de los predios, niveles de producción, zonas de acceso), además de tener en cuenta el tiempo de estudio en el cual se ejecutó la práctica y los costos asociados al estudio de los predios seleccionados.

<sup>33</sup> CUESTA, Marcelino; HERRERO, Federico. Introducción al Muestreo. Universidad Andrés Bello. Disponible en: <<http://mey.cl/apuntes/muestrasunab.pdf>> [Consultado: 12 de diciembre de 2012]

Parámetro y/o variable	Valor	Comentario de selección
Grado de error (e)	10%	El error que se está dispuesto a aceptar para estimar este parámetro de la población o grupo estudiado es del 10%, con el que se pretende aceptar de la muestra equivale a tomar un riesgo al aceptar o rechazar una hipótesis que puede ser falsa o verdadera.
Universo (N)	107	Corresponde al número de predios totales que hacen parte de los proyectos asociados a Indupalma, y que están en etapa de cosecha y producción de fruto.
Probabilidad de ocurrencia (P)	0,5	La variabilidad: es la probabilidad de ocurrencia con éxito (p) o la probabilidad de que no ocurra (q) la variable estudiada considerando que p y q son complementarios, es decir, su suma es igual a 1.
Probabilidad de no ocurrencia (Q)	0,5	
<b>n =</b>	<b>42</b>	<b>Total de muestra para realizar el presente trabajo.</b>

Fuente: Elaboración propia.

Una vez obtenido el número de predios a seleccionar como muestra, se procede a elegir los predios que cumplen con los parámetros para realizar el muestreo causal o incidental que a continuación se relacionan de mayor a menor importancia:

- a. Predios que tengan los niveles de producción presupuestados más altos durante 2013.
- b. Predios distribuidos geográficamente a lo largo del perímetro en el que se asienta los cultivos de palma.
- c. Predios que envíen su fruto a las plantas de San Alberto y/o de Sabana de Torres.
- d. Predios con vías de acceso de diferente estado (malo, regular, bueno), según la perspectiva del departamento de infraestructura referentes a las condiciones del terreno propio para el tránsito de los vehículos que transportan el fruto.



Tabla 15. Muestra de los Predios de los Proyectos Asociados a estudiar en la presente propuesta de una red logística para mejorar los procesos relacionados con la distribución de fruto en las plantas de San Alberto y Sabana de Torres de la empresa Indupalma Ltda.

N°	Proyecto	Predio	Área (Ha.)	Total Fruto Ton/Año	Distancia Promedio Predio-Indupalma (Km)	Distancia Promedio Predio- Oro Rojo (Km)	Estado de Vía
1	El Palmar	El Palmar	1.490,48	41.617,45	76,3	30,0	R
2	El Horizonte	El Horizonte	1.301,04	31.224,96	67,9	25,0	R
3	Coopalmag	Los Comuneros - Sonia Cañón	365,62	4.384,02	23	72,0	R
4	Las Elsas	Las Elsas	203,47	3.522,37	91,3	45,0	R
5	El Futuro de la palma	El futuro de la palma	434,21	3.473,68	77,2	26,7	R
6	Coopalmag	El Reposo, Buenos aires - Janeth Mateus	225,00	1.776,72	41,4	51,5	M
7	Coopsabana	La Ponderosa - Ricardo Rueda	100,00	1.653,00	34	84,4	R
8	Coopsabana	San Francisco - Eleuterio Leal	61,40	1.550,55	15	63,7	R
9	Coopsabana	Los Lagos - Luis Rivera	102,00	1.467,16	56,6	46,0	R
10	Coopsabana	El Pórtico - Sonia Margie Rojas	150,00	1.327,85	81,2	30,7	M
11	Coopalmag	Chaparral, Villamary, La Esperanza - Gilberto López	150,58	1.160,94	41,4	51,5	M
12	Coopsabana	El Dorado - Javier Edgardo Mateus	45,00	928,27	41,4	51,5	M

N°	Proyecto	Predio	Área (Ha.)	Total Fruto Ton/Año	Distancia Promedio Predio-Indupalma (Km)	Distancia Promedio Predio- Oro Rojo (Km)	Estado de Vía
13	Coopalmares	Pueblo Nuevo - Orlando Ulloa	65,64	917,88	81,2	30,7	M
14	Coopalmares	Villa Nueva - Jesús O. Arias	91,41	854,75	41,4	47,6	B
15	Empalmar II	Empalmar II	104,83	832,82	66,5	16,0	R
16	Coopalmag	La Esperanza - Foción Soto	63,92	811,16	52,0	37,8	M
17	Coopalmares	San Isidro - Ernesto Pizón	72,15	658,44	62,3	16,0	B
18	Coopalmares	La Esperanza - Luis María González	56,74	656,78	63,3	17,0	M
19	Coopsabana	Lago Azul - Luis Alfonso Aranda	29,22	626,94	31,4	41,5	B
20	Coopalmag	La Zaragoza - José Santos Bautista	50,00	605,32	58,9	15,0	R
21	Coopsabana	Playa Rica - Gerardo Aranda	35,00	599,17	31,4	41,5	B
22	Coopalmag	La Unión - María Patricia Sanchez	38,60	585,81	100,0	55,0	B
23	Coopalmag	La Ponderosa - Ricardo Rueda	50,00	560,58	15,0	65,4	M
24	Coopalmares	Santa Catalina - Hernán Jiménez	43,04	552,85	100,0	59,0	B
25	Coopalmag	Los Medios - Jorge E. Cubides	46,00	552,16	48,4	4,0	B

N°	Proyecto	Predio	Área (Ha.)	Total Fruto Ton/Año	Distancia Promedio Predio-Indupalma (Km)	Distancia Promedio Predio- Oro Rojo (Km)	Estado de Vía
26	Coopalmag	La Alquería - Cecilia Rodríguez Peña	46,40	549,33	27,0	26,0	B
27	Coopsabana	Alcaraván - Presentación Hernández	19,00	548,33	47,6	37,0	R
28	Coopsabana	Los Cañaguante - Carlos Cuellar	50,00	545,40	87,2	36,7	R
29	Coopsabana	Lote No. 3 - Adán González	30,00	533,82	45,0	95,3	R
30	Coopsabana	Los Medios - Jorge Enrique Cubides	69,00	520,05	48,4	4,0	B
31	Coopalmares	La palmita - Ramiro Peñaranda	56,48	515,43	68,5	18,0	M
32	Coopsabana	La Venezuela - Javier Gómez	60,23	503,13	82,2	31,7	M
33	Coopsabana	Puerto Primavera - Raúl Castaño	50,00	485,15	77,2	26,7	R
34	Coopsabana	La Guayabera - Marco Antonio Rodríguez	29,15	482,54	41,4	51,5	R
35	Coopalmag	El Gitano - Mercedes Peña	35,42	459,89	25,4	35,6	B
36	Coopalmag	La Reserva - Daniel Peña	35,11	458,24	25,4	35,6	B
37	Coopalmag	Los Recuerdos - Nohora Alicia Peña	35,06	457,77	25,4	35,6	B
38	Coopalmag	La Bohemia - Carlos Fernando Peluha	37,69	456,56	60,9	17,0	B
39	Coopalmares	El Prado - Omar Patiño Fonseca	40,22	456,42	60,0	110,3	M

N°	Proyecto	Predio	Área (Ha.)	Total Fruto Ton/Año	Distancia Promedio Predio-Indupalma (Km)	Distancia Promedio Predio- Oro Rojo (Km)	Estado de Vía
40	Coopsabana	La Zaragoza - José Santos Bautista	40,00	431,52	58,9	15,0	R
41	Coopalmag	El Diamante - Claudia Lucia caballero	28,32	428,45	61,9	18,0	B
42	Coopsabana	Agua blanca - José Rodolfo Herrera	30,00	406,30	45,0	95,3	R
<b>Total</b>			<b>6.067,44</b>	<b>111.139,9</b>			

Fuente: Elaboración propia.

### 7.3.4 Tratamiento de datos para la ubicación de los centros de acopio.

Al tener la muestra se debe realizar una revisión de la misma para tener la visión de los datos que se están tratando. Como primera medida se revisó la distancia que de cada uno de los proyectos con relación a las dos plantas de extracción de aceite: San Alberto (Indupalma) y Sabana de Torres (Oro Rojo), ello dará el primer parámetro de separación en cuanto a cuál planta se debe llevar los racimos de fruto fresco (RFF) teniendo como primera medida la distancia más corta.

Los datos de la distancia se toman del estudio que realiza el Director Agrónomo de los Proyectos Asociados sobre la distancia de los predios a cada una de las plantas que adelanta para la creación de los centros de acopio solicitados por la dirección de plantación, cabe resaltar en este punto que el estudio que está llevando a cabo la dirección de plantación no tiene ninguna relación con el presente trabajo, más que los datos suministrados por el Ing. Andrés Argumero.

Teniendo en cuenta la distancia más pequeña de predio – planta se hace la división del fruto que se dirige a San Alberto (Indupalma) o Sabana de Torres (Oro Rojo).

Tabla 16. Predios seleccionados para llevar RFF a San Alberto (Planta de Indupalma), según menor distancia a plantas

	Proyecto	Pedio	Pedio-Indupalma (Km)	Peaje	Pedio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía
1	Coopalmag	Los Comuneros - Sonia Cañón	23	NO	72,0	SI	R
2	Coopalmag	El Reposo, Buenos aires - Janeth Mateus	41,4	NO	51,5	SI	M
3	Coopsabana	La Ponderosa - Ricardo Rueda	34	NO	84,4	SI	R
4	Coopsabana	San Francisco - Eleuterio Leal	15	NO	63,7	SI	R
5	Coopalmag	Chaparral, Villamary, Esperanza - La - Gilberto López	41,4	NO	51,5	SI	M
6	Coopsabana	El Dorado - Javier Edgardo Mateus	41,4	NO	51,5	SI	M

	Proyecto	Predio	Predio-Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía
7	Coopalmares	Villa Nueva - Jesús Oswaldo Arias	41,4	NO	47,6	SI	B
8	Coopsabana	Lago Azul - Luis Alfonso Aranda	31,4	NO	41,5	SI	B
9	Coopsabana	Playa Rica - Gerardo Aranda	31,4	NO	41,5	SI	B
10	Coopalmag	La Ponderosa - Ricardo Rueda	15,0	NO	65,4	SI	M
11	Coopsabana	Lote No. 3 - Adán González	45,0	NO	95,3	SI	R
12	Coopsabana	La Guayabera - Marco Antonio Rodríguez	41,4	NO	51,5	SI	R
13	Coopalmag	La Reserva - Daniel Peña	25,4	NO	35,6	SI	B
14	Coopalmag	Los Recuerdos - Nohora Alicia Peña	25,4	NO	35,6	SI	B
15	Coopalmares	El Prado - Omar Patiño Fonseca	60,0	NO	110,3	SI	M
16	Coopsabana	Aguablanca - José Rodolfo Herrera	45,0	NO	95,3	SI	R
17	Coopalmag	El Gitano - Mercedes Peña	25,4	NO	35,6	SI	B

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Predios seleccionados para llevar RFF a Sabana de Torres (Planta Oro Rojo), según menor distancia a plantas.

	Proyecto	Predio	Predio-Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía
1	El Palmar	El Palmar	76,3	SI	30,0	NO	R
2	El Horizonte	El Horizonte	67,9	SI	25,0	NO	R
3	Las Elsas	Las Elsas	91,3	SI	45,0	NO	R
4	El Futuro de la palma	El futuro de la palma	77,2	SI	26,7	NO	R

	<b>Proyecto</b>	<b>Predio</b>	<b>Predio- Indupalma (Km)</b>	<b>Peaje</b>	<b>Predio- Oro Rojo (Km)</b>	<b>Peaje</b>	<b>Estado de Vía</b>
5	Coopsabana	Los Lagos – Luis Rivera	56,6	NO	46,0	SI	R
6	Coopsabana	El Pórtico - Sonia Margie Rojas	81,2	SI	30,7	NO	M
7	Coopalmares	Pueblo Nuevo - Orlando Ulloa	81,2	SI	30,7	NO	M
8	Empalmar II	Empalmar II	66,5	SI	16,0	NO	R
9	Coopalmag	La Esperanza - Foción Soto	52,0	NO	37,8	SI	M
10	Coopalmares	San Isidro - Ernesto Pizón	62,3	SI	16,0	NO	B
11	Coopalmares	La Esperanza - Luis M. González	63,3	SI	17,0	NO	M
12	Coopalmag	La Zaragoza - S. José Santos Bautista.	58,9	SI	15,0	NO	R
13	Coopalmag	La Unión - María Patricia Sanchez	100,0	SI	55,0	NO	B
14	Coopalmares	Santa Catalina - Hernán Jiménez	100,0	SI	59,0	NO	B
15	Coopalmag	Los Medios - Jorge Enrique Cubides	48,4	SI	4,0	NO	B
19	Coopalmag	La Alquería - Cecilia Rodríguez peña	27,0	NO	26,0	SI	B
17	Coopsabana	Alcaraván - Presentación Hernández	47,6	NO	37,0	SI	R
18	Coopsabana	Los Cañaguante - Carlos Cuellar	87,2	SI	36,7	NO	R
19	Coopsabana	Los Medios - Jorge Enrique Cubides	48,4	SI	4,0	NO	B
20	Coopalmares	La Palmita - Ramiro Peñaranda	68,5	SI	18,0	NO	M
21	Coopsabana	La Venezuela - Javier Gómez Acevedo	82,2	SI	31,7	NO	M
22	Coopsabana	Puerto Primavera - Raúl Castaño	77,2	SI	26,7	NO	R

	Proyecto	Predio	Predio-Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía
23	Coopalmag	La Bohemia - Carlos Fernando Peluha	60,9	SI	17,0	NO	B
24	Coopsabana	La Zaragoza - José Santos Bautista	58,9	SI	15,0	NO	R
25	Coopalmag	El Diamante - Claudia Lucia caballero	61,9	SI	18,0	NO	B
26	Coopalmag	La Esperanza - Foción Soto	52,0	NO	37,8	SI	M

Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizado el primer paso de selección se prosigue a revisar directamente en el plano de los predios y proyectos asociados a la empresa, la ubicación exacta de cada uno de los predios utilizando el programa de diseño asistido por computadora para dibujo en dos y tres dimensiones AutoCAD, con este programa se realizó el levantamiento de medidas, tomando como origen la planta correspondiente a la que es llevado el fruto cultivado en el predio (*Ver Anexo 7. Mapa Indupalma.dwg, CD-ROM Adjunto*).

Tabla 18. Ubicación de Predios en el plano (x, y) tomando como punto de origen la planta a donde se le es asignado el envío de fruto: Indupalma.

Proyecto	Predio	Puntos en plano de Proyectos Asociados a Indupalma		Conversión de puntos a plano (x, y) con origen en la Planta Indupalma	
		X Mapa (m)	Y Mapa (m)	X (m)	Y (m)
<b>Planta Indupalma - San Alberto</b>		1.068.810,8	1.343.776,6	0	0
Coopalmag	Los Comuneros	1.071.105,8	1.350.697,4	2.294,9	6.920,7
Coopalmag	El Reposo, Buenos aires	1.050.057,3	1.345.660,7	-18.753,5	1.884,1
Coopsabana	La Ponderosa -	1.076.893,9	1.338.150,5	8.083,1	-5.626,1
Coopsabana	San Francisco	1.061.336,8	1.348.503,4	-7.473,9	4.726,7



Proyecto	Predio	Puntos en plano de Proyectos Asociados a Indupalma		Conversión de puntos a plano (x, y) con origen en la Planta Indupalma	
		X Mapa (m)	Y Mapa (m)	X (m)	Y (m)
Coopalmag	Chaparral, Villamary, La Esperanza	1.049.220,9	1.346.444,8	-19.589,8	2.668,2
Coopsabana	El Dorado	1.049.433,9	1.346.291,3	-19.376,9	2.514,7
Coopalmares	Villa Nueva	1.072.568,7	1.333.046,4	3.757,9	-10.730,2
Coopsabana	Lago Azul	1.057.839,5	1.332.888,1	-10.971,2	-10.888,5
Coopsabana	Playa Rica	1.057.839,5	1.332.888,1	-10.971,2	-10.888,5
Coopalmag	La Ponderosa	1.075.590,9	1.338.438,2	6.780,1	-5.338,4
Coopsabana	Lote No. 3	1.066.272,5	1.326.741,2	-2.538,31	-17.035,3
Coopsabana	La Guayabera	1.050.586,1	1.339.306,2	-18.224,6	-4.470,44
Coopalmag	La Reserva	1.058.119,5	1.331.964,6	-10.691,2	-11.811,9
Coopalmag	Los Recuerdos	1.058.119,5	1.331.964,6	-10.691,2	-11.811,9
Coopalmares	El Prado	1.070.168,1	1.327.232,8	1.357,3	-16.543,7
Coopsabana	Aguablanca	1.069.540,2	1.326.738,7	729,4	-17.037,9
Coopalmag	El Gitano	1.057.157,5	1.332.510,5	-11.653,2	-11.266,1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 19. Ubicación de Predios en el plano (x, y) tomando como punto de origen la planta a donde se le es asignado el envío de fruto: Oro Rojo.

Proyecto	Predio	Puntos en plano de Proyectos Asociados a Indupalma		Conversión de puntos a plano (x, y) con origen en la Planta Indupalma	
		X Mapa (m)	Y Mapa (m)	X (m)	Y (m)
<b>Planta Oro Rojo - Sabana de Torres</b>		1.057.155,64	1.307.248,9	0	0
El Palmar	El Palmar	1.052.756,9	1.297.540,5	-4.398,6	-9.708,4
El Horizonte	El Horizonte	1.049.476,1	1.289.652,9	-7.679,6	-17.596,0
Las Elsas	Las Elsas	1.041.722,1	1.311.198,0	-15.433,0	3.949,1
F. de la palma	El futuro de la palma	1.039.265,5	1.333.882,2	-17.890,0	26.633,2
Coopsabana	Los Lagos	1.046.197,9	1.310.075,3	-10.957,7	2.826,4
Coopsabana	El Pórtico	1.046.441,4	1.305.920,2	-10.714,5	-1.328,8

Proyecto	Predio	Puntos en plano de Proyectos Asociados a Indupalma		Conversión de puntos a plano (x, y) con origen en la Planta Indupalma	
		X Mapa (m)	Y Mapa (m)	X (m)	Y (m)
Coopalmares	Pueblo Nuevo	1.039.074,9	1.306.811,1	-18.080,7	-437,9
Empalmar II	Empalmar II	1.042.521,6	1.337.808,7	-14.634,0	30.559,7
Coopalmag	La Esperanza	1.055.753,3	1.294.095,0	-1.402,3	-13.153,9
Coopalmares	San Isidro	1.059.445,7	1.295.146,6	2.290,0	-12.102,3
Coopalmares	La Esperanza	1.065.053,2	1.301.665,3	7.897,5	-5.583,6
Coopalmag	La Zaragoza	1.051.598,8	1.281.055,7	-5.556,9	-26.193,2
Coopalmag	La Unión	1.050.531,1	1.282.018,2	-6.624,5	-25.230,8
Coopalmares	Santa Catalina	1.056.897,1	1.301.910,2	-258,5	-5.338,8
Coopalmag	Los Medios	1.054.270,6	1.328.562,1	-2.885,0	21.313,5
Coopalmag	La Alquería	1.046.232,4	1.325.631,2	-10.923,1	18.382,2
Coopsabana	Alcaraván	1.038.875,6	1.318.106,2	-18.280,0	10.857,2
Coopsabana	Los Cañaguat	1.057.484,4	1.301.684,9	328,7	-5.564,1
Coopsabana	Los Medios	1.044.756,2	1.301.912,8	-12.399,4	-5.336,2
Coopalmares	La Palmita	1.043.341,5	1.313.824,6	-13.814,1	6.575,6
Coopsabana	La Venezuela	1.046.527,7	1.311.200,6	-10.627,9	3.951,7
Coopsabana	Puerto Primavera	1.066.417,3	1.305.117,5	9.261,6	-2.131,4
Coopalmag	La Bohemia - Carlos Fernando Peluha	1.065.461,3	1.301.447,5	8.305,7	-5.801,4
Coopsabana	La Zaragoza - José Santos Bautista	1.067.853,6	1.304.232,7	10.697,9	-3.016,3
Coopalmag	El Diamante - Claudia Lucia caballero	1.067.853,5	1.304.232,7	10.697,9	-3.016,3
Coopalmag	La Esperanza - Foción Soto	1.042.521,6	1.337.808,7	-14.634,0	280.653,0

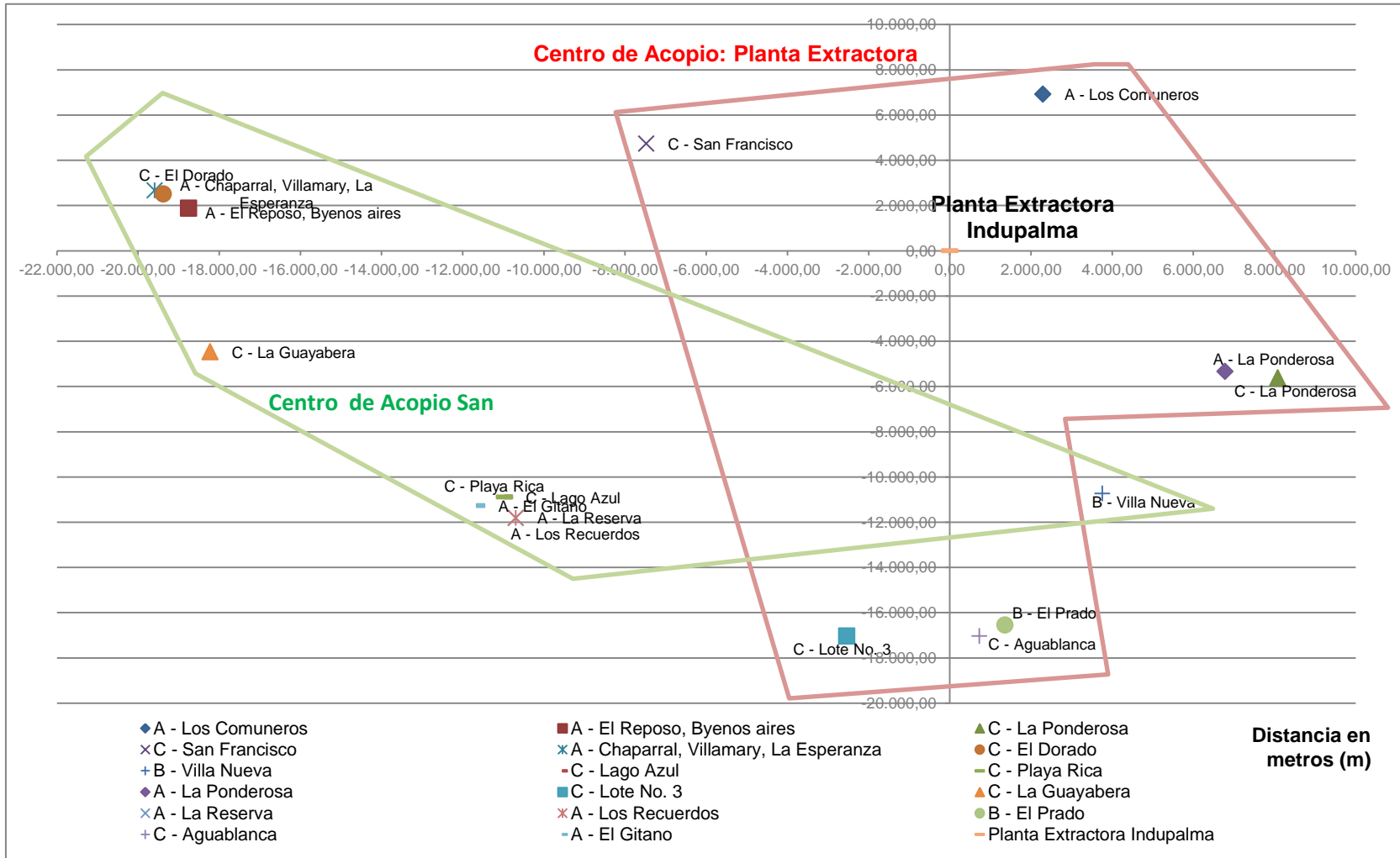
Fuente: Elaboración propia.

A continuación se visualiza en los planos (x, y) la distribución geográfica de los predios que dirigen su fruto a la planta correspondiente según las distancias manejadas por el departamento agronómico de Indupalma Ltda., y la demarcación del perímetro de los centros de acopio creados por la dirección de planta que

hasta el momento del levantamiento del proyecto se han diseñado, cabe destacar que se desconoce los parámetros para el diseño y metodología utilizada por Dirección de Planta para la creación de estos centros de acopio. Se asignaron letras para la identificación de los proyectos en los mapas:

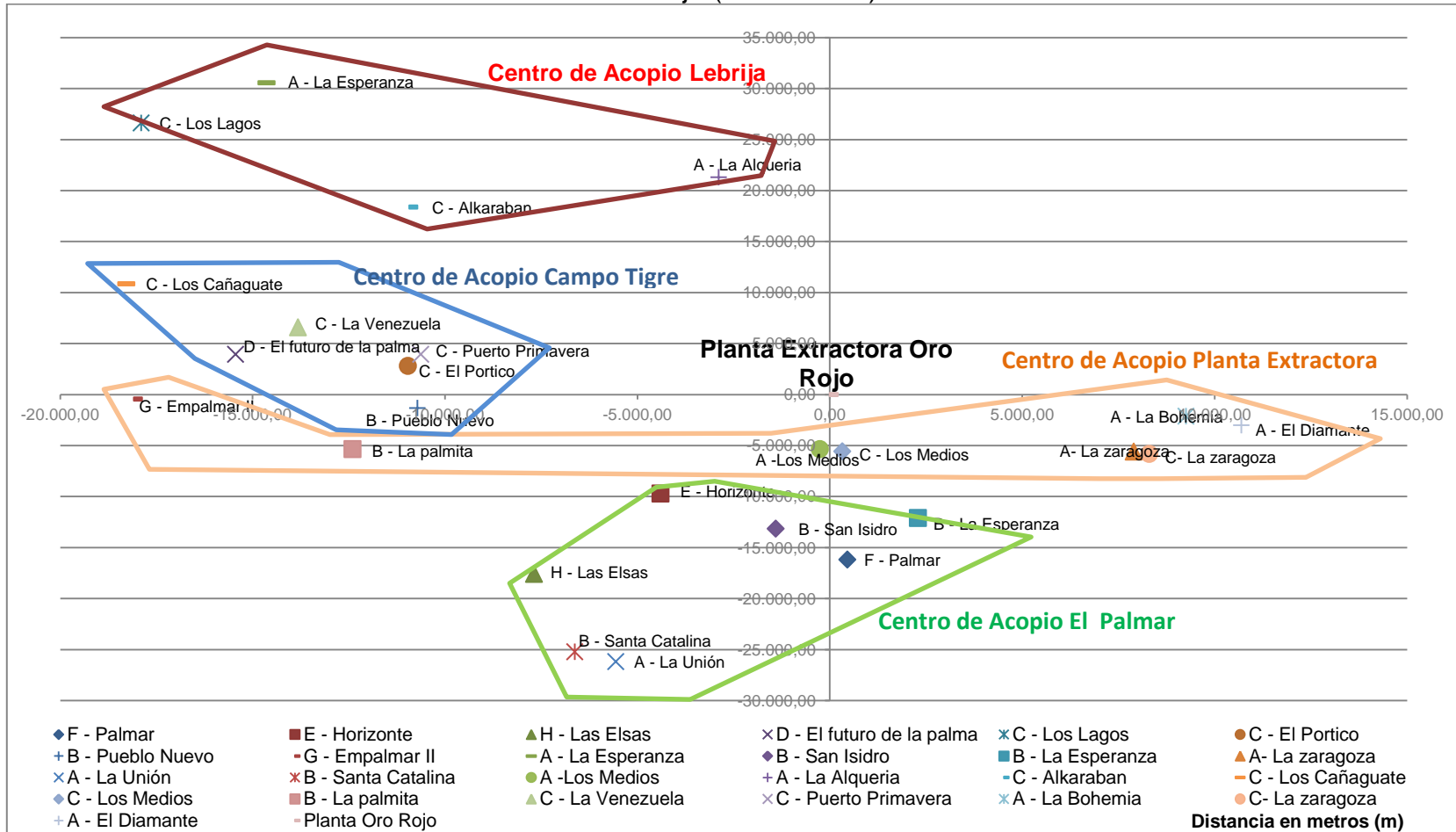
- (A)** → Coopalmag
- (B)** → Coopalmares
- (C)** → Coopsabana
- (D)** → El Futuro de la palma
- (E)** → El Horizonte
- (F)** → El Palmar
- (G)** → Empalmar II
- (H)** → Las Elsas

Gráfica 13. Plano de Predios de Proyectos Asociados de la muestra seleccionada con destino a la Planta Extractora Indupalma (San Alberto)



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 14. Plano de Predios de Proyectos Asociados de la muestra seleccionada con destino a la Planta Extractora Oro Rojo (San Alberto)



Fuente: Elaboración propia.

### 7.3.5 Logística de Ubicación de Instalaciones

Luego de tener identificados los predios y los actuales centros de acopio diseñados por la Dirección de Planta se procede a realizar la logística de ubicación de instalaciones de los centros de acopio del presente estudio. Como primera instancia se especifica el tiempo y capacidad de producción de las plantas tanto en temporada alta como en temporada baja:

Tabla 20. Especificaciones de trabajo en la planta de Indupalma y Oro Rojo según temporada de cosecha.

Planta	Capacidad (ton/hora)	Tiempo de trabajo diario en Planta		Capacidad diaria (ton/día)	
		Temporada Alta (Horas)	Temporada Baja (Horas)	Temporada Alta (Ton/día)	Temporada Baja (Ton/día)
<b>Indupalma</b>	60	24,00	16,00	1440	960,00
<b>Oro Rojo</b>	30	16,00	16,00	480	480,00

Fuente: Elaboración propia.

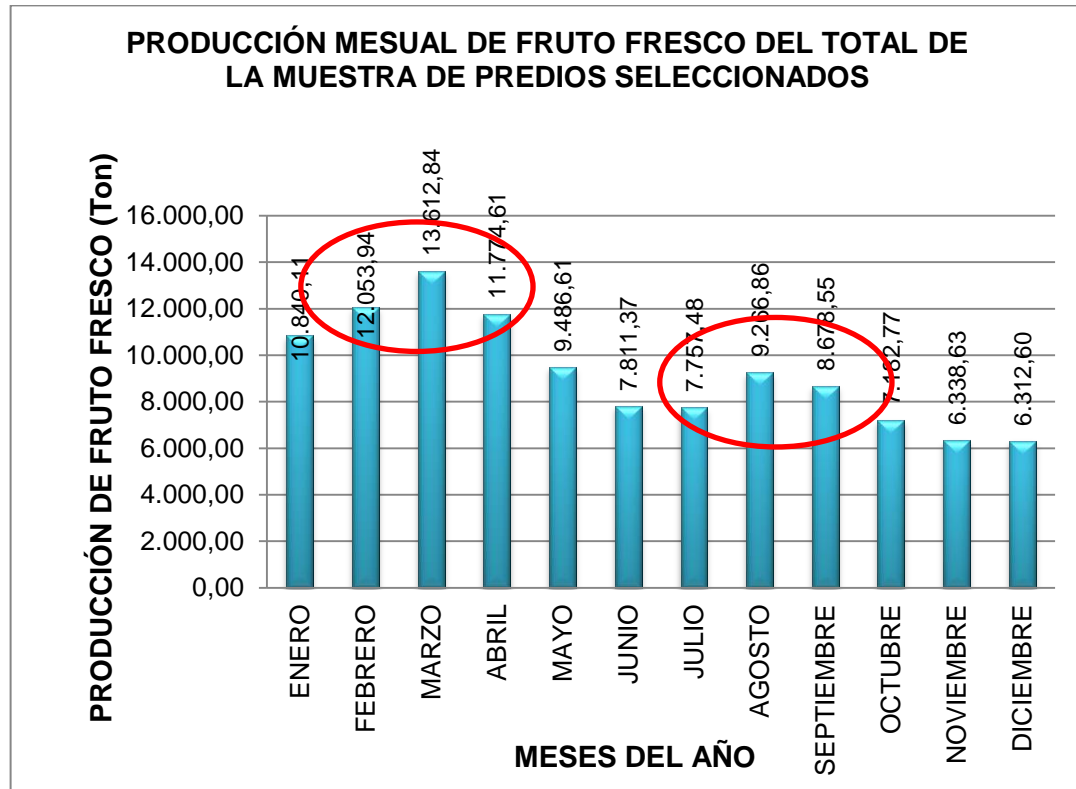
La periodicidad en el negocio de extracción de aceite de palma se da en un periodo anual con picos de cosecha en los primeros cuatro meses del año, y en los últimos tres meses del año se presenta el periodo de menor producción de fruto fresco, como se representa a continuación, tomando los predios seleccionados en la muestra se procede hacer el análisis de los mismo: se totalizo la producción de todos los predios mes a mes y se presenta en la gráfica

Tabla 21. Total de Producción mensual de la muestra de predios seleccionados.

Mes	Producción de RFF (Ton)	Mes	Producción de RFF (Ton)
Enero	10.840,11	Julio	7.757,48
Febrero	12.053,94	Agosto	9.266,86
Marzo	13.612,84	Septiembre	8.678,55
Abril	11.774,65	Octubre	7.182,77
Mayo	9.486,61	Noviembre	6.338,63
Junio	7.811,37	Diciembre	6.312,60

Fuente: Elaboración propia.

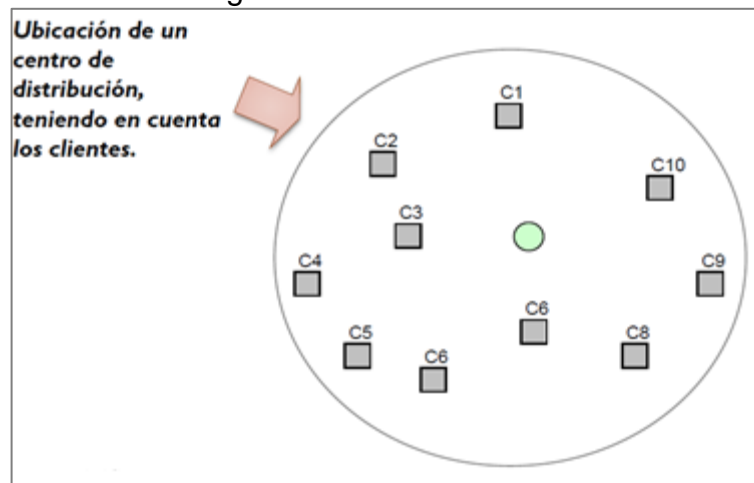
Gráfica 15. Producción mensual de RFF de los predios de la muestra seleccionada.



Fuente: Elaboración propia

En la fase inicial del diseño de la red logística, se debe considerar la ubicación de instalaciones de manera apropiada para la interrelación entre los proveedores, empresa y clientes.

Gráfica 16. Logística de Ubicación de Instalaciones.



Fuente: Logística de Ubicación y Transporte. M.Sc. Orlando Federico González.

Como primera medida se debe conocer la capacidad de los centros de acopio diseñados por Dirección de Planta de Indupalma; consultando con los encargados directos del estudio que adelanta la dirección se establece que no existe parámetros estadísticos o de productividad con la cual se diseñaron los centros de acopio, solo se tomó en cuenta la distribución geográfica y se delimitaron unas áreas para la selección y donde hasta el momento no se tiene parametrizada la capacidad ideal para la recepción de fruto en cada uno de los centros de acopio.

Al conocer estos precedentes, se determina utilizar tres métodos de logística de ubicación de instalaciones que se complementaran para así originar de manera heurística una respuesta que ayude a optimizar el proceso del transporte de fruto a cada una de las plantas. Se empezará por implementar el método del barrido, una heurística apropiada para identificar las localidades donde posiblemente se pueden establecer el área a cubrir por los centros de acopio diseñados de la presente propuesta.

Con esta metodología se pretende establecer una capacidad ideal para la recepción de fruto de los centros de acopio tanto en temporada alta como en temporada baja, el método del barrido se realizó haciendo el recorrido por los cuadrantes dentro del plano (x, y) de las gráficas 13 y 14 y realizando el siguiente paso a paso:

- a. Se estableció producciones mensuales con el pico de cosecha más alto y más bajo en lo presupuestado para el año 2013 de los predios seleccionados como muestra del presente estudio.
- b. Se relacionó tanto las producciones como las coordenadas en el plano (x, y) como se muestra en la tabla 22.

Tabla 22. Producciones Máxima y Mínima de la muestra de Predios de Proyectos Asociados con destino Planta Extractora Indupalma.

<b>Proyecto</b>	<b>Pedio</b>	<b>Producción Max (Ton/mes)</b>	<b>Producción Min (Ton/mes)</b>	<b>Coord. X (m)</b>	<b>Coord. Y (m)</b>
Coopalmag	A - Los Comuneros	510,09	260,53	2.295,0	6.920,7
Coopalmag	A - El Reposo, Buenos aires	206,73	105,59	-18.753,5	1.884,1
Coopsabana	C - La Ponderosa	190,00	98,00	8.083,1	-5.626,2
Coopsabana	C - San Francisco	160,00	96,00	-7.473,9	4.726,7
Coopalmag	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	135,09	68,99	-19.589,9	2.668,2



Proyecto	Predio	Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
Coopsabana	C - El Dorado	115,00	58,32	-19.376,9	2.514,7
Coopalmares	B - Villa Nueva	98,17	46,00	3.757,9	-10.730,3
Coopsabana	C - Lago Azul	70,00	35,00	-10.971,3	-10.888,5
Coopsabana	C - Playa Rica	65,00	35,28	-10.971,3	-10.888,5
Coopalmag	A - La Ponderosa	67,00	28,00	6.780,1	-5.338,4
Coopsabana	C - Lote No. 3	65,00	32,34	-2.538,31	-17.035,4
Coopsabana	C - La Guayabera	60,00	29,38	-18.224,7	-4.470,4
Coopalmag	A - La Reserva	53,32	27,23	-10.691,3	-11.812,0
Coopalmag	A - Los Recuerdos	53,27	27,20	-10.691,3	-11.812,0
Coopalmares	B - El Prado	53,16	27,06	1.357,28	-16.543,8
Coopsabana	C - Aguablanca	45,00	23,10	729,4	-17.038,0
Coopalmag	A - El Gitano	53,51	27,33	-11.653,3	-11.266,2
Coopalmag	A - La Esperanza	97,10	49,21	-26.289,3	-5.968,0
	Planta Extractora Indupalma			0	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23. Producciones Máxima y Mínima de la muestra de Predios de Proyectos Asociados con destino Planta Extractora Oro Rojo.

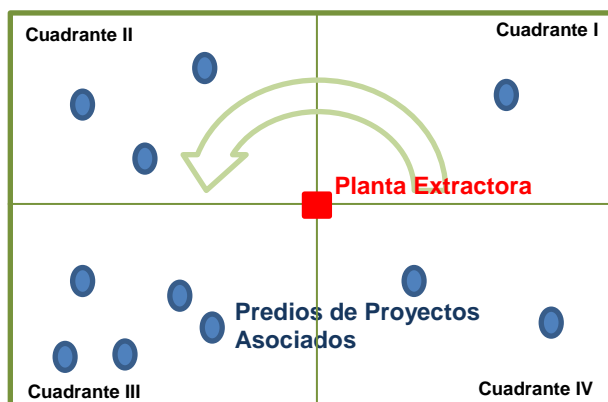
Proyecto	Predio	Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
El Palmar	F - Palmar	5.143,67	2.303,96	459,5	-16.166,2
El Horizonte	E - Horizonte	4.293,24	1.204,65	-4.398,7	-9.708,4
Las Elsas	H - Las Elsas	410,61	142,40	-7.679,6	-17.596,1
El Futuro de la palma	D - El futuro de la palma	404,66	205,67	-15.433,6	3.949,1
Coopsabana	C - Los Lagos	180,00	95,00	-17.890,1	26.633,2
Coopsabana	C - El Pórtico	160,00	86,60	-10.957,8	2.826,4
Coopalmares	B - Pueblo Nuevo	105,00	54,41	-10.714,3	-1.328,8
Empalmar II	G - Empalmar II	104,00	29,95	-18.080,8	-437,9
Coopalmag	A - La Esperanza	97,10	49,21	-14.634,1	30.559,7
Coopalmares	B - San Isidro	76,70	39,03	-1.402,3	-13.154,0
Coopalmares	B - La Esperanza	76,50	38,94	2.290,0	-12.102,4
Coopalmag	A - La Zaragoza	70,43	35,97	7.897,6	-5.583,6

Proyecto	Predio	Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
Coopalmag	A - La Unión	68,16	34,81	-5.556,9	-26.193,2
Coopalmares	B - Santa Catalina	64,40	32,77	-6.624,5	-25.230,8
Coopalmag	A - Los Medios	64,24	32,81	-258,5	-5.338,7
Coopalmag	A - La Alquería	64,21	33,55	-2.885,0	21.313,5
Coopsabana	C - Alcaraván	63,00	30,00	-10.923,2	18.382,2
Coopsabana	C - Los Cañaguat	65,00	30,80	-18.280,1	10.857,2
Coopsabana	C - Los Medios	70,00	26,57	328,8	-5.564,1
Coopalmares	B - La palmita	60,04	30,56	-12.399,4	-5.336,2
Coopsabana	C - La Venezuela	65,00	31,00	-13.814,1	6.575,6
Coopsabana	C - Puerto Primavera	65,00	27,00	-10.628,0	3.951,7
Coopalmag	A - La Bohemia	53,12	27,13	9.261,6	-2.131,4
Coopsabana	C- La Zaragoza	50,00	24,64	8.305,7	-5.801,4
Coopalmag	A - El Diamante	49,85	25,47	10.697,9	-3.016,3
	Planta Oro Rojo			0	0

Fuente: Elaboración propia

c. Se realizó un recorrido cuadrante por cuadrante del plano cartesiano para establecer la totalidad de las producciones de los predios que se establecen en esta área, y así determinar de manera heurística la capacidad máxima de los Centros de Acopio propuestos.

Gráfica 17. Explicación Método del Barrido aplicado al diseño de red logística.



Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestran los datos obtenidos para las dos plantas.

Tabla 24. Producciones de la muestra de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Indupalma, según cuadrante de plano cartesiano.

Proyecto	Predio	Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
<b>Primer cuadrante (x, y)</b>					
Coopalmag	A - Los Comuneros	510,09	260,53	2.294,98	6.920,74
<i>Total Producción Mensual</i>		<b>510,09</b>	<b>260,53</b>		
<b>Segundo cuadrante (-x, y)</b>					
Coopalmag	A - El Reposo, Buenos aires	206,73	105,59	-18.753,5	1.884,10
Coopsabana	C - San Francisco	160,00	96,00	-7.473,95	4.726,74
Coopalmag	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	135,09	68,99	-19.589,9	2.668,16
Coopsabana	C - El Dorado	115,00	58,32	-19.376,9	2.514,69
<i>Total Producción Mensual</i>		<b>616,81</b>	<b>328,89</b>		
<b>Tercer cuadrante (-x, -y)</b>					
Coopsabana	C - Lago Azul	70,00	35,00	-10.971,3	-10.888,5
Coopsabana	C - Playa Rica	65,00	35,28	-10.971,3	-10.888,5
Coopsabana	C - Lote No. 3	65,00	32,34	-2.538,31	-17.035,4
Coopsabana	C - Guayabera	60,00	29,38	-18.224,7	-4.470,44
Coopalmag	A - La Reserva	53,32	27,23	-10.691,3	-11.811,9
Coopalmag	A - Los Recuerdos	53,27	27,20	-10.691,3	-11.811,9
Coopalmag	A - El Gitano	53,51	27,33	-11.653,3	-11.266,2
Coopalmag	A - La Esperanza	97,10	49,21	-26.289,3	-5.967,97
<i>Total Producción Mensual</i>		<b>517,20</b>	<b>262,97</b>		
<b>Cuarto cuadrante (x, -y)</b>					
Coopsabana	C - Ponderosa	190,00	98,00	8.083,14	-5.626,15
Coopalmares	B - Villa Nueva	98,17	46,00	3.757,89	-10.730,3
Coopalmag	A - La Ponderosa	67,00	28,00	6.780,12	-5.338,43
Coopalmares	B - El Prado	53,16	27,06	1.357,28	-16.543,8
Coopsabana	C - Aguablanca	45,00	23,10	729,41	-17.037,9
<i>Total Producción Mensual</i>		<b>453,33</b>	<b>222,16</b>		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25. Producciones de la muestra de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Oro Rojo, según cuadrante de plano cartesiano.

Proyecto	Predio	Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
<b>Segundo cuadrante (-x, y)</b>					
El Futuro de la palma	D - El futuro de la palma	404,66	205,67	-15.433,6	3.949,05
Coopsabana	C - Los Lagos	180,00	95,00	-17.890,1	26.633,24
Coopsabana	C - El Pórtico	160,00	86,60	-10.957,8	2.826,36
Coopalmag	A - La Alquería	64,21	33,55	-2.885,0	21.313,52
Coopsabana	C - Alcaraván	63,00	30,00	-10.923,2	18.382,22
Coopsabana	C - Cañaguat	65,00	30,80	-18.280,1	10.857,23
Coopsabana	C - La Venezuela	60,00	31,00	-13.814,1	6.575,63
Coopsabana	C - Puerto Primavera	65,00	27,00	-10.627,9	3.951,70
<i>Total Producción Mensual</i>		<b>1.163,97</b>	<b>588,83</b>		
<b>Tercer cuadrante (-x, -y)</b>					
El Horizonte	E - Horizonte	4.293,24	1.204,65	-4.398,7	-9.708,40
Las Elsas	H - Las Elsas	410,61	142,40	-7.679,6	-17.596,1
Coopalmares	B - Pueblo Nuevo	105,00	54,41	-10.714,3	-1.328,75
Empalmar II	G - Empalmar II	104,00	29,95	-18.080,8	-437,87
Coopalmares	B - San Isidro	76,70	39,03	-1.402,3	-13.153,9
Coopalmag	A - La Unión	68,16	34,81	-5.556,9	-26.193,2
Coopalmares	B - Santa Catalina	64,40	32,77	-6.624,5	-25.230,8
Coopalmag	A - Los Medios	64,24	32,81	-258,5	-5.338,79
Coopalmares	B - La palmita	60,04	30,56	-12.399,4	-5.336,18
<i>Total Producción Mensual</i>		<b>5.278,13</b>	<b>1.601,39</b>		
<b>Cuarto cuadrante (x, -y)</b>					
El Palmar	F - Palmar	5.143,67	2.303,96	459,52	-16.166,2
Coopalmares	B - Esperanza	76,50	38,94	2.290,03	-12.102,4
Coopalmag	A - La Zaragoza	70,43	35,97	7.897,56	-5.583,6
Coopsabana	C - Los Medios	70,00	26,57	328,75	-5.564,1
Coopalmag	A - La Bohemia	53,12	27,13	9.261,64	-2.131,4
Coopsabana	C - La Zaragoza	50,00	24,64	8.305,73	-5.801,4
Coopalmag	A - El Diamante	49,85	25,47	10.697,9	-3.016,3
<i>Total Producción Mensual</i>		<b>5.513,57</b>	<b>2.482,68</b>		

Fuente: Elaboración propia.

d. Conocida las capacidades de producción máximas por cada uno de los cuadrantes del plano cartesiano se establece que la relación para determinar la Zona de Ubicación y cubrimiento del Centro de Acopio (CA) a diseñar es:

$$\sum_{i=1}^N Di \leq n_{CA}$$

Donde,

$Di$ : Demanda o producción mensual de los Predios de Proyectos Asociados de la muestra.

$i$ : Predios de Proyectos Asociados

$n_{CA}$ : Capacidad máxima de los Centros de Acopio (la establecida en cada uno de los cuadrantes)

Bajo esta condición se inicia el estudio para determinar la zona de cubrimiento y ubicación de los CA a proponer (*Ver Anexo 6. Análisis de Datos Red Logística, CD-ROM adjunto*).

## PLANTA EXTRACTORA INDUPALMA

Se debe analizar como primera medida que la capacidad máxima de los CA a proponer para esta planta no superan 650 ton/mes, que corresponde a la suma total de los predios que se ubican en el segundo cuadrante de la gráfica 13 o como se ve en la siguiente tabla:

Tabla 26. Producciones máximas y mínimas según cuadrante de plano cartesiano de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Indupalma.

Cuadrante Plano Cartesiano	Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)
Primer Cuadrante (X, Y)	510,09	260,53
Segundo Cuadrante (-X, Y)	616,81	332,89
Tercer Cuadrante (-X, -Y)	517,20	262,97
Cuarto Cuadrante (X, -Y)	453,33	222,16
<b>Total Producción con destino a Planta E. Indupalma</b>	<b>2.097,44</b>	<b>1.074,55</b>

Fuente: Elaboración propia.

La idea es minimizar los costos que se relacionan con el transporte, al igual con los costos totales que conllevaría realizar centros de acopio, por ello se toma la decisión de dividir la zona en dos áreas para cubrir con dos centros de acopio, con aproximadamente mil toneladas de fruto recepcionado al mes en época de temporada alta. La idea es crear el mínimo número de CA que optimice a su vez los costos del transporte.

Con este objetivo, se constituye una zona alrededor de la Planta Extractora Indupalma, la cual a su vez será el centro de recepción del fruto de los predios que se encuentren cercanos. Los demás terrenos se agruparon para crear un centro de acopio ya que se encuentran cercanos tanto por su distribución geográfica como por las vías de acceso de tránsito vehicular acordes.

En este punto se establece que el Predios La Esperanza de Proyecto Coopalmag, está más cerca de la planta de San Alberto, lo cual se comprobó al medir la distancia que lo separa de las dos plantas a través de las vías de tránsito vehicular.

Tabla 27. Predios agrupados para envío de fruto a CA -Indupalma.

Zona de cubrimiento de CA-1 Indupalma		Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)
Coopalmag	A - Los Comuneros	510,09	260,53
Coopsabana	C - La Ponderosa	190,00	98,00
Coopsabana	C - San Francisco	160,00	96,00
Coopalmares	B - Villa Nueva	98,17	46,00
Coopalmag	A - La Ponderosa	67,00	28,00
<b>Capacidad de Recepción de Fruto en Temporada Alta y Baja del CA-1</b>		<b>1.025,26</b>	<b>528,53</b>

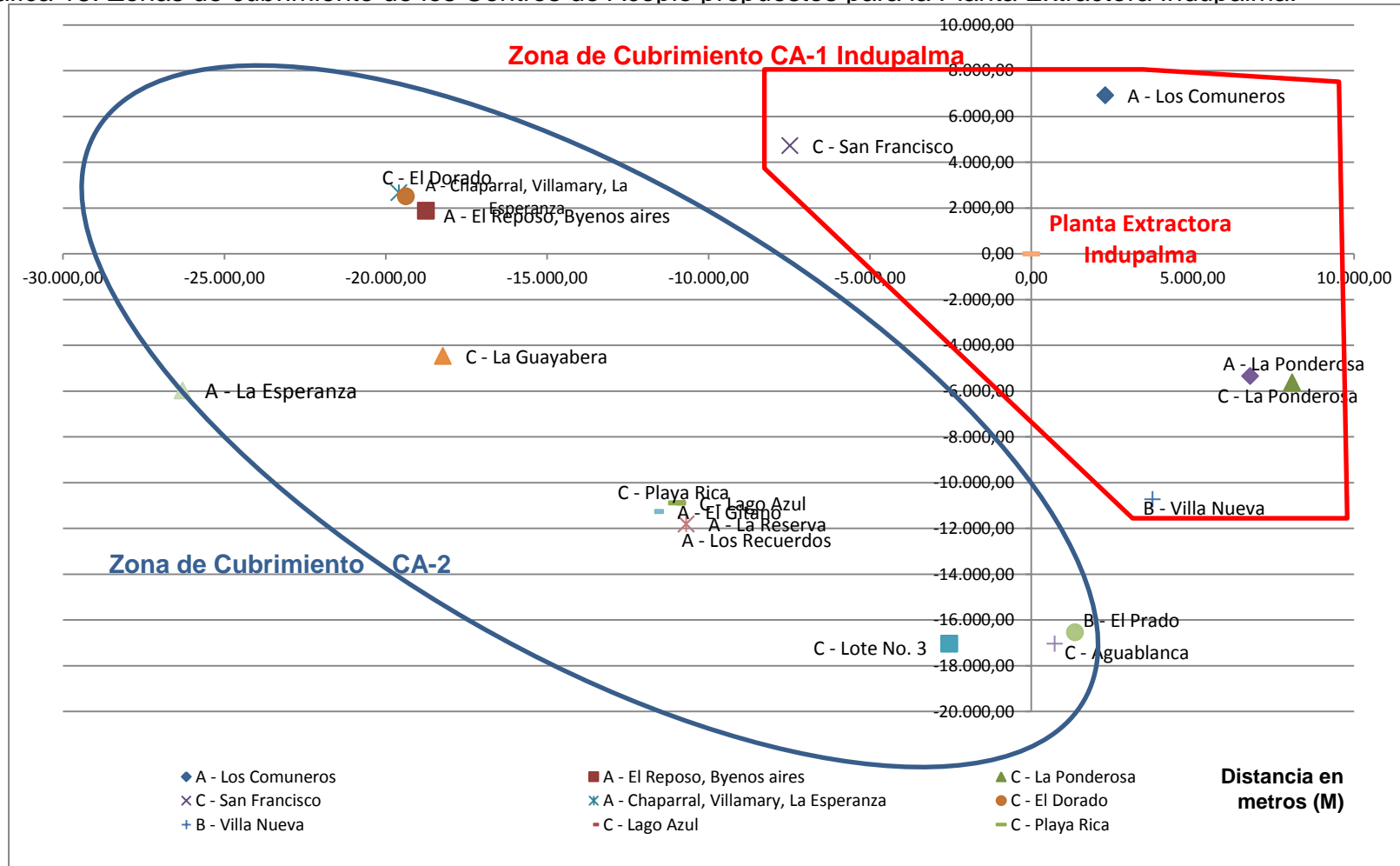
Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Predios agrupados para envío de fruto a CA-2

Zona de cubrimiento de CA-2		Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)
Coopalmag	A - El Reposo, Buenos aires	206,73	105,59
Coopalmag	A - Chaparral	135,09	68,99
Coopsabana	C - El Dorado	115,00	58,32
Coopsabana	C - Lago Azul	70,00	35,00
Coopsabana	C - Playa Rica	65,00	35,28
Coopsabana	C - Lote No. 3	65,00	32,34
Coopsabana	C - La Guayabera	60,00	29,38
Coopalmag	A - La Reserva	53,32	27,23
Coopalmag	A - Los Recuerdos	53,27	27,20
Coopalmares	B - El Prado	53,16	27,06
Coopsabana	C - Aguablanca	45,00	23,10
Coopalmag	A - El Gitano	53,51	27,33
<b>Coopalmag</b>	<b>A - La Esperanza</b>	<b>97,10</b>	<b>49,21</b>
<b>Capacidad de Recepción de Fruto en Temporada Alta y Baja del CA-2</b>		<b>1.072,17</b>	<b>545,02</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 18. Zonas de cubrimiento de los Centros de Acopio propuestos para la Planta Extractora Indupalma.



Fuente: Elaboración propia

### PLANTA EXTRACTORA ORO ROJO

Al analizar el comportamiento de los predios (muestra) que envían el fruto a la planta extractora Oro Rojo y observar los niveles de producción máximos arrojados por el método del barrido, la variabilidad de los niveles de producción al va desde 1000 hasta 5000 ton/mes en los cuadrantes del plano cartesiano, lo que dificulta establecer la capacidad máxima de los CA a proponer.

Tabla 29. Producciones máximas y mínimas según cuadrante de plano cartesiano de los Predios de Proyectos Asociados con destino a Planta Extractora Oro Rojo.

Cuadrante Plano Cartesiano	Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)
<b>Segundo cuadrante (-x, y)</b>	1.061,87	539,62
<b>Tercer cuadrante (-x, -y)</b>	5.246,39	1.601,39
<b>Cuarto cuadrante (x, -y)</b>	5.513,57	2.482,68
<b>Total Producción con destino a Planta E. Oro Rojo</b>	11.821,83	4.623,69

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta que el objetivo es minimizar los costos que se relacionan con el transporte del fruto a la planta extractora, y los costos totales que conllevaría el montaje de centros de acopio, se propone crear el mínimo número de CA.

En Oro Rojo se trabaja como en Indupalma, es decir, crear una primera zona que tenga como centro de acopio la misma planta de extracción de Sabana de Torres, la cual se establece en un área de 10.000 metros a la redonda, seleccionada para cubrir los predios que se encuentran ubicados más cerca de la planta. Se procede a agrupar los predios restantes que por distribución geográfica están más cercanos los unos a los otros, y como segundo método se selección la suma de las capacidades máximas no superen la establecida en el cuarto cuadrante.

Tabla 30. Predios agrupados para envío de fruto al CA Planta Extractora Oro Rojo.

Zona de cubrimiento de CA-Oro Rojo (10.000m a la redondea)		Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)
El Horizonte	E - Horizonte	4.293,24	1.204,65
Coopalmag	A- La Zaragoza	70,43	35,97
Coopalmag	A -Los Medios	64,24	32,81
Coopsabana	C - Los Medios	70,00	26,57
Coopalmag	A - La Bohemia	53,12	27,13
Coopsabana	C- La Zaragoza	50,00	24,64
Coopalmag	A - El Diamante	49,85	25,47
<b>Capacidad de Recepción de Fruto en Temporada Alta y Baja del CA-Oro Rojo</b>		4.650,88	1.377,24

Fuente: Elaboración propia



Tabla 31. Predios agrupados para envío de fruto al CA Zona Sur.

Zona de cubrimiento de CA-Zona Sur		Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)
El Palmar	F - Palmar	5.143,67	2.303,96
Las Elsas	H - Las Elsas	410,61	142,40
Coopalmares	B - San Isidro	76,70	39,03
Coopalmares	B - La Esperanza	76,50	38,94
Coopalmag	A - La Unión	68,16	34,81
Coopalmares	B - Santa Catalina	64,40	32,77
<b>Capacidad de Recepción de Fruto en Temporada Alta y Baja del CA-Zona Sur</b>		5.864,04	2.591,91

Fuente: Elaboración propia

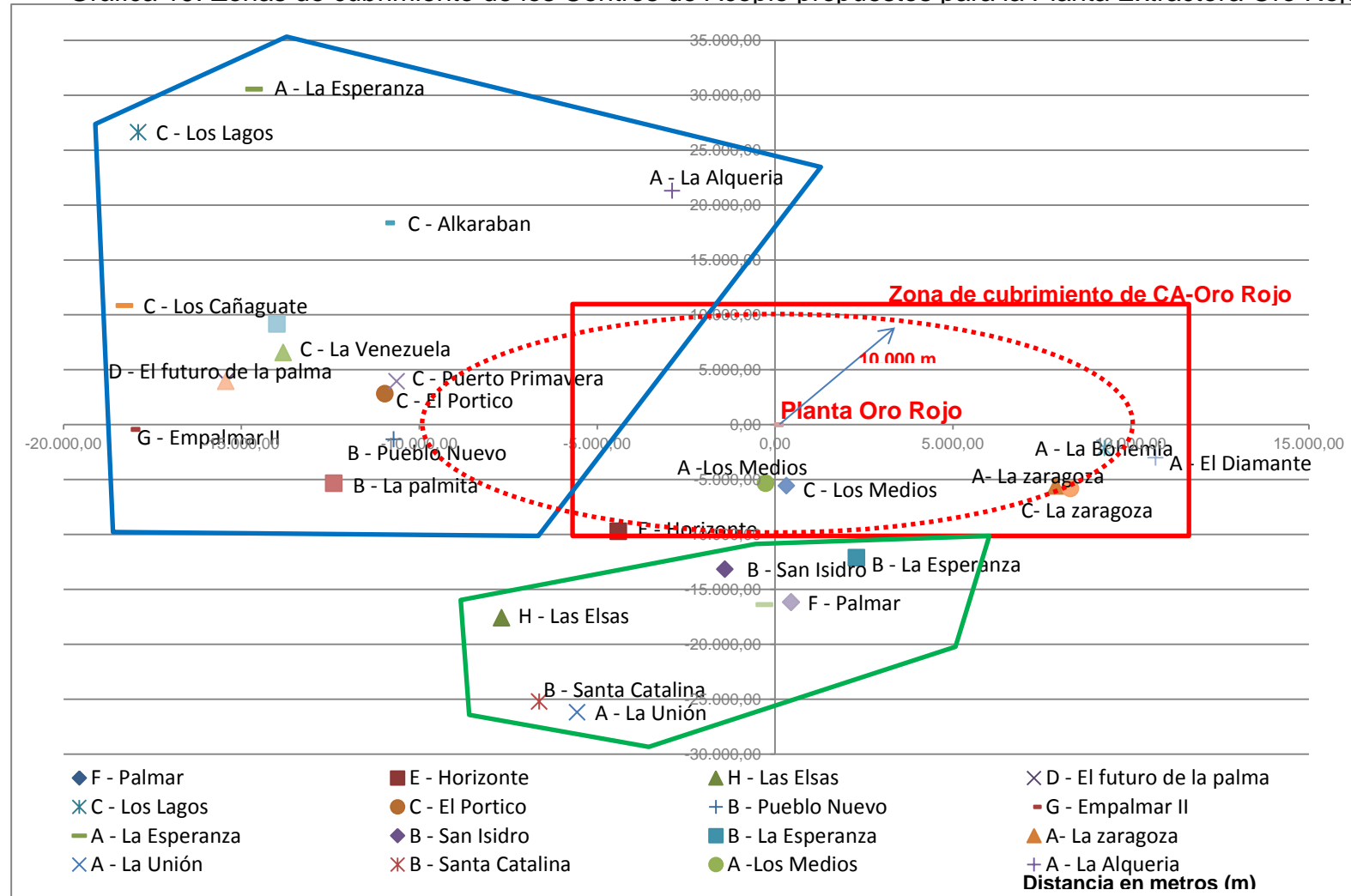
Tabla 32. Predios agrupados para envío de fruto al CA Zona Norte.

Zona de cubrimiento de CA-Zona Norte		Producción Max (Ton/mes)	Producción Min (Ton/mes)
El Futuro de la palma	D - El futuro de la palma	404,66	205,67
Coopsabana	C - Los Lagos	180,00	95,00
Coopsabana	C - El Pórtico	160,00	86,60
Coopalmares	B - Pueblo Nuevo	105,00	54,41
Empalmar II	G - Empalmar II	104,00	29,95
Coopalmag	A - La Alquería	64,21	33,55
Coopsabana	C - Alcaraván	63,00	30,00
Coopsabana	C - Los Cañaguata	65,00	30,80
Coopalmares	B - La palmita	60,04	30,56
Coopsabana	C - La Venezuela	60,00	31,00
Coopsabana	C - Puerto Primavera	65,00	27,00
<b>Capacidad de Recepción de Fruto en Temporada Alta y Baja del CA-Zona Sur</b>		1.440,74	703,75

Fuente: Elaboración propia

A continuación se visualiza las zonas delimitadas para la ubicación de los centros de acopio propuestos en el presente trabajo.

Gráfica 19. Zonas de cubrimiento de los Centros de Acopio propuestos para la Planta Extractora Oro Rojo.



Fuente: Elaboración propia

e. El siguiente paso, es determinar la ubicación de los centros de acopio propuestos para cada una de las zonas de cubrimiento demarcadas en el paso anterior utilizando el método de Centro de Gravedad Generalizado o método de la distancia en línea recta, el cual evalúa la minimización de la distancia euclidiana con la siguiente expresión:

$$f_{X,Y}(x, y) = \sum_{i=1}^n w_i \sqrt{[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2]}$$

Aclarando que se trata de un método heurístico, con el que se obtiene una solución no necesariamente óptima para esta situación en particular se establecen las siguientes ecuaciones:

$$x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i x_i}{\sqrt{[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2]}}}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{\sqrt{[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2]}}} \quad (1) \qquad y = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{w_i y_i}{\sqrt{[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2]}}}{\sum_{i=1}^n \frac{w_i}{\sqrt{[(x_i - \bar{x})^2 + (y_i - \bar{y})^2]}}} \quad (2)$$

Donde,

$w_i$ : Factor de ponderación, en este caso la capacidad de producción de RFF al mes.

$x_i$ : Coordenada en  $x$  de cada predio seleccionado de la muestra

$\bar{x}$ : Coordenada inicial en  $x$

$y_i$ : Coordenada en  $y$  de cada predio seleccionado de la muestra

$\bar{y}$ : Coordenada inicial en  $y$

$x$ : Coordenada final en  $x$

$y$ : Coordenada final en  $y$

Los pasos para aplicar este método son:

I. Se parte de una solución inicial con el método del centro de gravedad (ecuaciones 3 y 4):

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i x_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (3) \qquad \bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n w_i y_i}{\sum_{i=1}^n w_i} \quad (4)$$

II. La solución inicial obtenida es reemplazada en la función que dependa de la distancia euclidiana (ecuaciones 1 y 2)

III. Se calcula la nueva posición de la instalación con respecto a cada coordenada ( $x, y$ )

IV. El proceso continúa iterativamente hasta que no se presente cambio en los valores de las coordenadas, es decir que  $\bar{x}$  final sea igual al resultado obtenido en la iteración inmediatamente anterior.

V. El resultado de la última iteración de la ecuación (1 o 2) según coordenada y el obtenido en el primer paso con la fórmula de centro de gravedad darán como resultado el radio del área donde se asentará el centro de acopio, la circunferencia tendrá como centro los puntos  $(\bar{x}, \bar{y})$ . Al ser un método heurístico la ubicación del centro de acopio será dentro de este perímetro.

### **Resultados obtenidos para Indupalma**

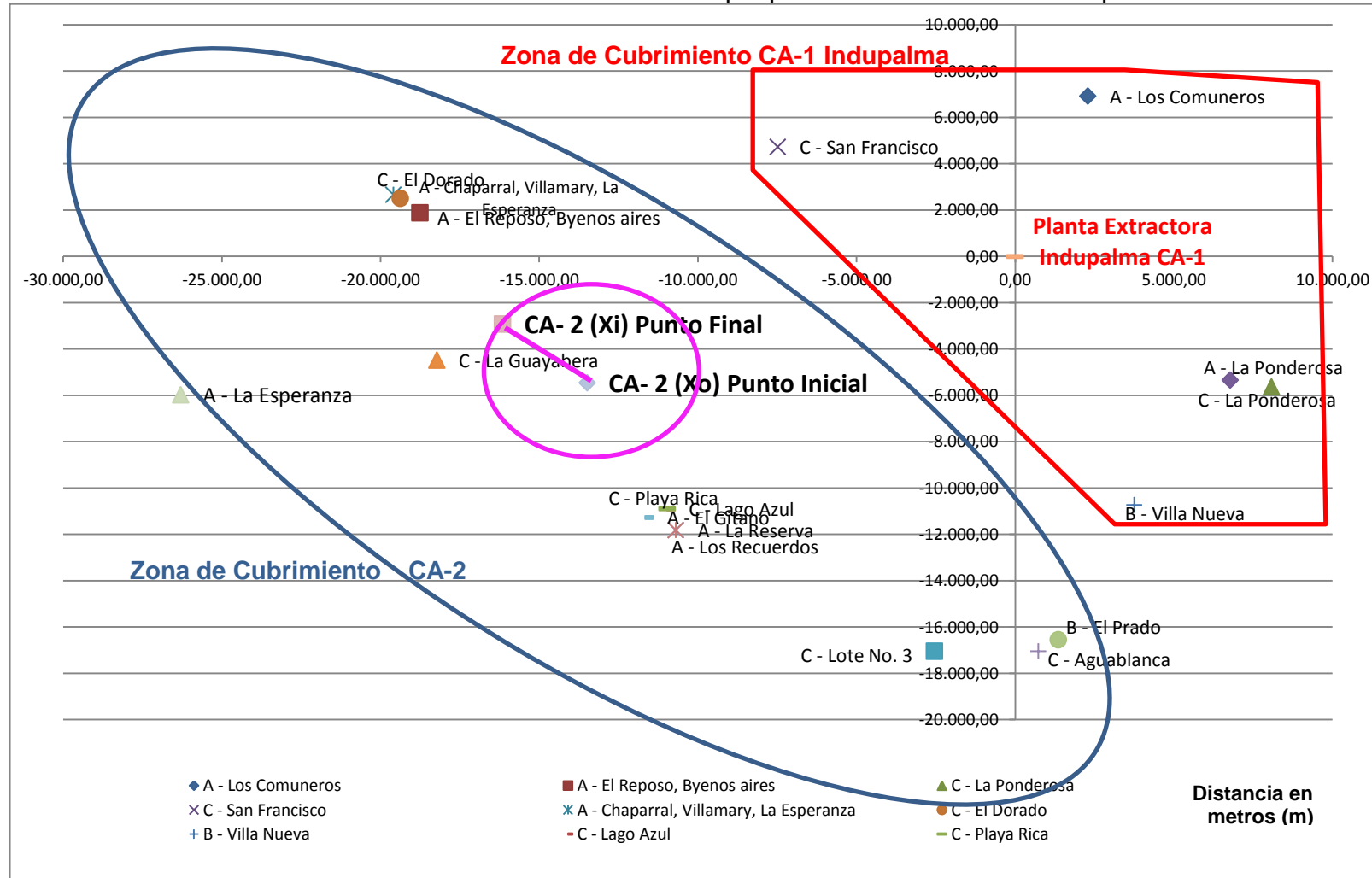
Como se estableció para San Alberto, se constituye una zona alrededor de la Planta Extractora Indupalma, la cual a su vez será el centro de recepción del fruto de los predios cercanos por lo tanto los datos de esta zona no se operacionalizaron. La segunda zona de cubrimiento es la CA-2, a la cual el tratamiento de los datos que dieron como resultado las siguientes coordenadas:

Tabla 33. Resultados Método Centro de Gravedad Generalizado para CA-2

Proyecto	Pedio	Capacidad Max (Ton/mes)	Capacidad Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
Coopalmag	A - El Reposo, Buenos aires	206,73	105,59	-18.753,53	1.884,10
Coopalmag	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	135,09	68,99	-19.589,87	2.668,16
Coopsabana	C - El Dorado	115,00	58,32	-19.376,90	2.514,69
Coopsabana	C - Lago Azul	70,00	35,00	-10.971,25	-10.888,54
Coopsabana	C - Playa Rica	65,00	35,28	-10.971,25	-10.888,54
Coopsabana	C - Lote No. 3	65,00	32,34	-2.538,31	-17.035,39
Coopsabana	C - La Guayabera	60,00	29,38	-18.224,67	-4.470,44
Coopalmag	A - La Reserva	53,32	27,23	-10.691,27	-11.811,99
Coopalmag	A - Los Recuerdos	53,27	27,20	-10.691,27	-11.811,99
Coopalmares	B - El Prado	53,16	27,06	1.357,28	-16.543,79
Coopsabana	C - Aguablanca	45,00	23,10	729,41	-17.037,97
Coopalmag	A - El Gitano	53,51	27,33	-11.653,27	-11.266,19
Coopalmag	A-La Esperanza	97,10	49,21	-26.289,26	-5.967,97
<b>→ CA- 2 (Xo) Punto Inicial</b>		<b>1.072,17</b>	<b>546,02</b>	<b>-13.485,43</b>	<b>-5.450,32</b>
<b>→ CA- 2 (Xi) Punto Final</b>				<b>-16.150,55</b>	<b>-2.913,09</b>

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 20. Ubicación de centros de acopio para Planta Extractora Indupalma.



Fuente: Elaboración propia

### Resultados obtenidos para Oro Rojo

La situación en la planta de Sabana de Torres, se asemeja a la de Indupalma, al constituir una zona alrededor de la Planta Extractora Oro Rojo, la cual a su vez será el centro de recepción del fruto de los predios cercanos por lo tanto los datos de esta zona no se operacionalizaron.

Para las otras dos zonas demarcadas se realiza el tratamiento de los datos que dieron como resultado las siguientes coordenadas para la zona de cubrimiento sur y norte:

Tabla 34. Resultados Método Centro de Gravedad Generalizado CA-Zona Sur.

Proyecto	Pedio	Capacidad Max (Ton/mes)	Capacidad Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
El Palmar	F - Palmar	5.143,67	2.303,96	459,52	-16.166,22
Las Elsas	H - Las Elsas	410,61	142,40	-7.679,58	-17.596,05
Coopalmares	B - San Isidro	76,70	39,03	-1.402,33	-13.153,96
Coopalmares	B - La Esperanza	76,50	38,94	2.290,03	-12.102,37
Coopalmag	A - La Unión	68,16	34,81	-5.556,87	-26.193,21
Coopalmares	B - Santa Catalina	64,40	32,77	-6.624,52	-25.230,83
<b>→CA-Zona Sur (Xo) P. Inicial</b>		<b>5.840,04</b>	<b>2.591,91</b>	<b>-291,91</b>	<b>-16.395,88</b>
<b>→CA-Zona Sur (Xi) P. Final</b>				<b>459,52</b>	<b>-16.166,22</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35. Resultados Método Centro de Gravedad Generalizado para CA-Zona Norte.

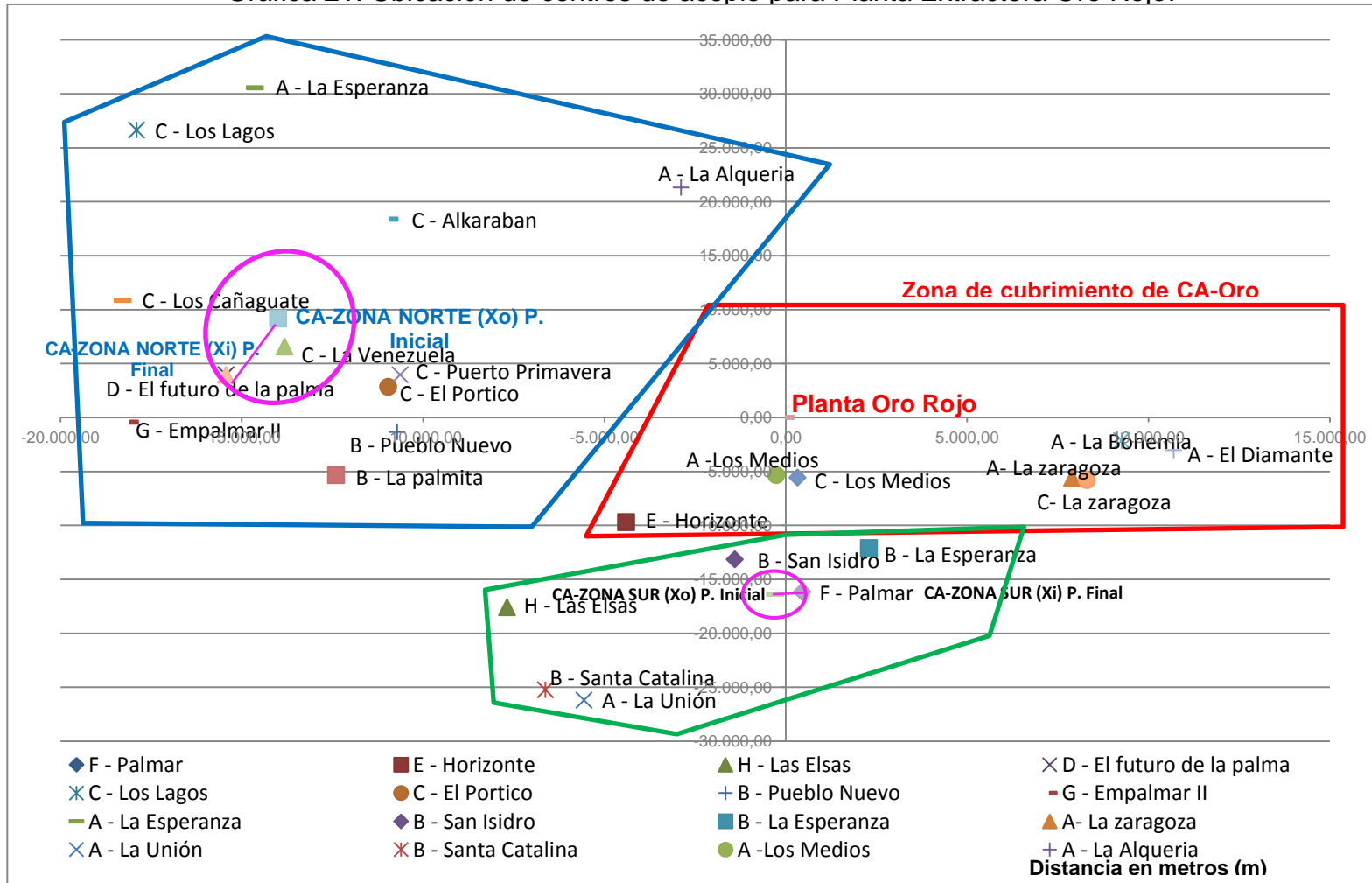
Proyecto	Pedio	Capacidad Max (Ton/mes)	Capacidad Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
El Futuro de la palma	D - El futuro de la palma	404,66	205,67	-15.433,57	3.949,05
Coopsabana	C - Los Lagos	180,00	95,00	-17.890,09	26.633,24
Coopsabana	C - El Pórtico	160,00	86,60	-10.957,75	2.826,36
Coopalmares	B - Pueblo Nuevo	105,00	54,41	-10.714,25	-1.328,75
Empalmar II	G - Empalmar II	104,00	29,95	-18.080,75	-437,87
Coopalmag	A - Esperanza	97,10	49,21	-14.634,06	30.559,71
Coopalmag	A - La Alquilería	64,21	33,55	-2.885,01	21.313,52
Coopsabana	C - Alcaraván	63,00	30,00	-10.923,19	18.382,22

Proyecto	Predio	Capacidad Max (Ton/mes)	Capacidad Min (Ton/mes)	Coord. X (m)	Coord. Y (m)
Coopsabana	C - Los Cañaguates	65,00	30,80	-18.280,08	10.857,23
Coopalmares	B - La palmita	60,04	30,56	-12.399,44	-5.336,18
Coopsabana	C - La Venezuela	60,00	31,00	-13.814,14	6.575,63
Coopsabana	C - Puerto Primavera	65,00	27,00	-10.627,95	3.951,70
<b>CA-Zona Norte (Xo) P. Inicial</b>		1.428,01	703,75	-13.996,78	9.174,14
<b>CA-Zona Norte (Xi) P. Final</b>				-15.430,20	3.951,66

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica 21, se presenta la ubicación del área propuesta para la instalación los centros de acopio para la planta de Sabana de Torres.

Gráfica 21. Ubicación de centros de acopio para Planta Extractora Oro Rojo.



Fuente: Elaboración propia



#### **7.4 DEFINIR LAS RUTAS ÓPTIMAS DE TRANSPORTE DE FRUTO CON MODELOS MATEMÁTICOS BÁSICOS.**

Establecida el área donde idealmente se podrían ubicar los centros de acopio para cada una de las plantas se procede a ubicar un punto exacto en el plano que será utilizado como referencia para desarrollar el presente trabajo. Cabe destacar que la ubicación de este punto propuesto para el CA no necesariamente es el único, ya que al desarrollar el método de centro de gravedad generalizado se permite ampliar las posibilidades de ubicación en un área y no solo en un par de coordenadas (x, y).

Para determinar los puntos donde se ubicaran los centros de acopio se establecieron criterios buscando minimizar los costos de su localización, estos criterios son:

- ❖ Los centros de acopio se ubicaran en un área de fácil acceso, es decir próximos a carreteras de vías principales o secundarias para el tránsito vehicular.
- ❖ Los CA se ubicaran en sentido (norte, sur,..etc.) más próximo a la planta extractora correspondiente.
- ❖ Los CA se ubicaran en un área permitida y adecuada para el estacionamiento de los vehículos de carga a utilizar y las operaciones correspondientes a la actividad desarrollada.
- ❖ Los CA deben estar ubicados en áreas permitidas, no carreteras y no propiedad privada, de cumplirse esta última se realizará un proceso de negociación para arrendar el terreno donde se podría ubicar el CA propuesto.
- ❖ Se ubicaran los CA, teniendo como primera posibilidad la ubicación dentro de alguno de los predios de la zona de cubrimiento analizada, minimizando los costos de arrendamiento y/o procesos de negociación de terrenos de propiedad privada.

Establecidos los criterios se procede a ubicar los centros de acopio ideales para desarrollar el presente trabajo.

Con ayuda del plano en AutoCAD de Indupalma, donde se muestra tanto las vías principales como secundarias, los predios de los proyectos asociados y los cuerpos de agua, se realiza la inspección de las áreas determinadas para la ubicación de los CA y la zona o punto que más cumple con los criterios propuestos. El resultado de esta inspección dio la ubicación de los centro de acopio de la siguiente manera:

Tabla 36. Ubicación de Centros de Acopio.

Nombre de Centro de Acopio	Ubicación	Planta Extractora Destino
CA - Indupalma	Planta Extractora Indupalma – San Alberto, Cesar	Planta Extractora Indupalma – San Alberto, Cesar
CA - 2	Aproximadamente al Sureste por carretera a 4,4km del Predio La Guayabera, y a Noroeste por carretera a 6,2km del predio Playa Rica	
CA – Oro Rojo	Planta Extractora Oro Rojo– Sabana de Torres, Santander	Planta Extractora Oro Rojo – Sabana de Torres, Santander
CA – Zona Sur	Predio El Palmar. Punto de entrada vía principal	
CA – Zona Norte	Predio La Venezuela, del proyecto Coopsabana	

Fuente: Elaboración propia.

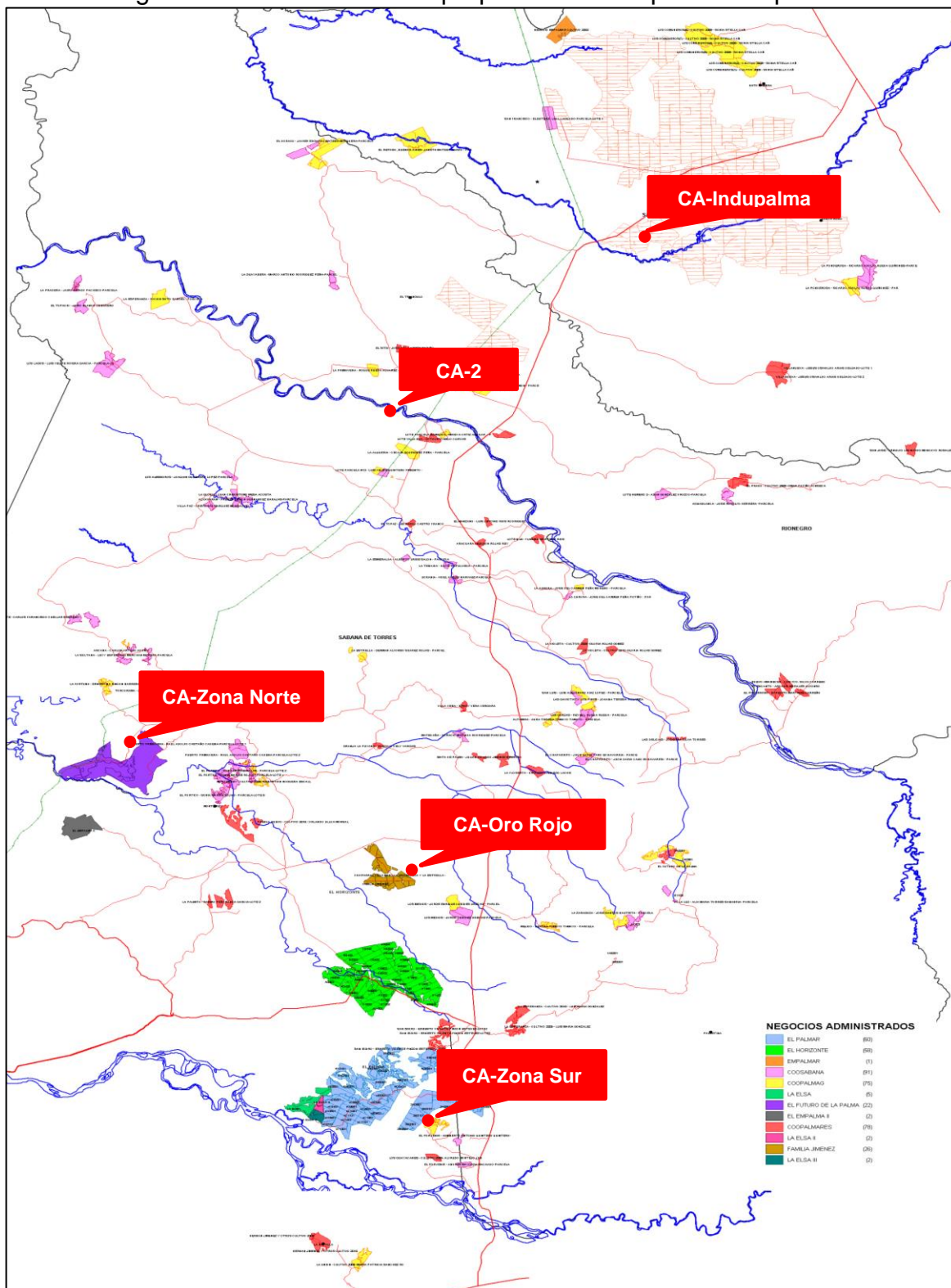
En la figura 16 se muestra el plano de Indupalma y la ubicación de los centros de acopio propuestos del presente trabajo. Se procede a definir la logística de transporte para direccionar y responder: ¿a dónde ir?, ¿Cuándo? y ¿cuánto fruto se debe recoger en cada predio?, todo esto ajustado a la realidad de Indupalma y el tipo de transporte utilizado en la zona para esta actividad, esto con ayuda de modelos matemáticos básicos con una metodología heurística que se describirá a continuación.

#### 7.4.1 Gestión de Transporte

La gestión de transporte es un punto de partida para el control general de costos logísticos como ya se es conocido, por ello es importante contrastar tanto la logística interna como externa de transporte, es decir tener en cuenta la flota de transporte con que cuenta la empresa y las rutas por donde deben ir, según las capacidades de los mismos.

En la sección 7.3.1, donde se establece la información preliminar se detalla el tipo de transporte que normalmente utiliza Indupalma en sus procesos de transporte de fruto manejado por la filial Alrio, similares a los manejados por los proyectos asociados. Definida la logística interna de transporte se procede a desarrollar una metodología que ayudará a definir la logística externa de transporte.

Figura 16. Ubicación de CA propuestos en mapa de Indupalma.



Fuente: Elaboración Propia.

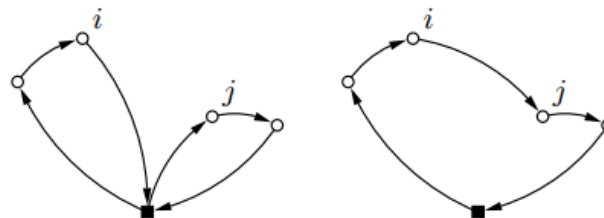
### 7.4.1.1 Logística Externa de Transporte: Diseño de Ruteo, Heurística Clark and Wright - Matriz de Distancias y Método de Ahorros.

Se propone implementar el algoritmo de los ahorros de Clark y Wright, la cual establece que al tener dos rutas diferentes  $(0, \dots, i)$  y  $(0, \dots, j)$ , estas pueden ser combinadas formando una nueva ruta  $(0, \dots, i, j, \dots, 0)$ , cuyo objetivo es minimizar la distancia total viajada por todos los vehículos y minimizar indirectamente el número de vehículos necesarios para atender todas las paradas. El ahorro de distancia obtenido al establecer esta nueva ruta es:

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Es decir, el ahorro de distancias será igual a los arcos  $(i, 0)$  y  $(0, j)$  que no serán utilizados a la nueva ruta y se agregará un arco que va desde  $i$  hasta  $j$ , como se muestra en la siguiente figura.

Figura 17. Ejemplo de rutas antes y después de unirse, aplicando el método de ahorros de distancias.



Fuente: Alfredo Olivera. Heurística para Problemas de Ruteo de Vehículos.

#### Fase I: Inicialización, Matriz de Distancias

Se procede a establecer como primer paso de este algoritmo, una matriz de distancias entre predios, centros de acopio y planta extractora la cual le corresponda. Utilizando el programa AutoCAD se midieron las distancias de los predios entre sí, con la planta extractora correspondiente y con el centro de acopio propuesto para la zona a la que le corresponde.

Para obtención de estos datos se realizó la medición con ayuda del programa AutoCAD sobre el plano maestro de Indupalma Ltda., se establece que las distancias a medir no deben ser las distancias euclidianas sino las distancias que hay entre predios por carreteras, puesto que realmente lo que el vehículo va a recorrer es esta distancia que muchas veces se duplica a la distancia en línea recta entre el par de nodos trabajados.

La tarea fue dispendiosa por que varios de los predios no tiene demarcadas las carreteras en el mapa utilizado para la medición, pero en la vida real estas

carreteras se han construido de manera rudimentaria, lo que conlleva a demarcar estas carreteras en el plano trabajado, hacer un levantamiento vial.

Otro aspecto detectado en el proceso de medición, es que el levantamiento de medidas que maneja la empresa desde los predios a las dos plantas extractoras no coincide con los datos obtenidos en AutoCAD y la diferencia entre estas dos mediciones varía notablemente, dando como resultado el envío de fruto a una planta extractora más alejada, como es el caso del predio La Esperanza del proyecto Coopalmag, el cual según lo establecido por dirección de planta de la empresa, se debe enviar el fruto a la Planta Oro Rojo, pero la distancia es más corta a la Planta Indupalma, hecho que incrementa de costos, el tiempo total de ciclo de producción, la acidez del fruto que se ve reflejada directamente en el precio del aceite al final del proceso.

Bajo esta salvedad y para efectos del proyecto, el predio La Esperanza se trabajó en todo el tratamiento de datos como si enviara el fruto a la Planta Indupalma, la cual según las medidas de AutoCAD es la más cercana de las dos.

Los resultados para cada una de las zonas de cubrimiento ya determinadas se presentan a continuación.

### Datos obtenidos para Indupalma

#### Centro de Acopio Indupalma:

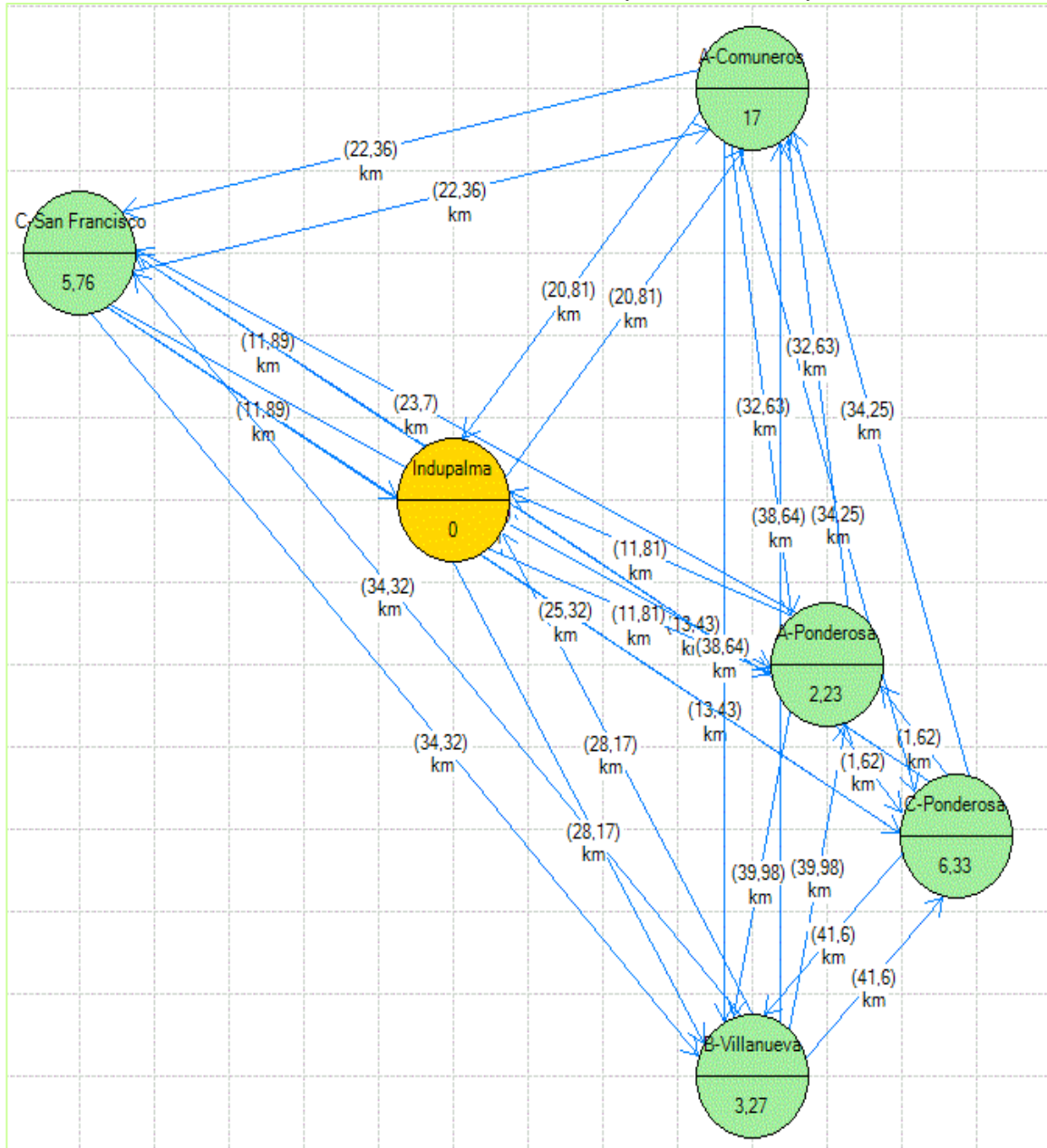
Tabla 37. Matriz de Distancias CA- Indupalma (1).

PREDIO	DISTANCIA (Km)					
	A - Los Comuneros	C - La Ponderosa	C - San Francisco	B - Villa Nueva	A - La Ponderosa	Indupalma
A - Los Comuneros	0,00	34,25	22,36	38,64	32,63	20,82
C - La Ponderosa	34,25	0,00	25,33	41,61	1,62	13,43
C - San Francisco	34,25	25,33	0,00	34,32	23,71	11,89
B - Villa Nueva	38,64	41,61	34,32	0,00	39,99	28,17
A - La Ponderosa	32,63	1,62	23,71	39,99	0,00	11,81
CA - Indupalma	20,82	13,43	11,89	28,17	11,81	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Se debe tener en cuenta que la matriz es simétrica ya que las vías de acceso a los predios y las plantas son de doble dirección, e influirá directamente en el cálculo del número de los ahorros como se explicara más adelante. Para visualizar este primer paso se realiza todas las posibles combinaciones de rutas en una gráfica, allí se muestra todos los posibles arcos y la distancia entre los nodos origen-destino. Cada nodo presenta la información de: nombre del predio y producción en temporada alta (Ton), cada arco presenta la distancia entre nodos (km).

Gráfica 22. Combinación de rutas para CA- Indupalma.



Fuente: Elaboración propia.

**Centro de Acopio CA – 2:**

Tabla 38. Matriz de Distancias CA- 2.

PREDIO	DISTANCIA (Km)														
	A - El Reposo, BA	A - Chaparral	C - El Dorado	C - Lago Azul	C - Playa Rica	C - Lote N 3	C - La Guayabera	A - La Reserva	A - Los Recuerdos	B - El Prado	C - Aguablanca	A - El Gitano	A - La Esperanza	Centro de Acopio 1	Indupalma
A - El Reposo, B.A	0,0	0,7	1,2	18,3	17,2	36,8	7,9	17,8	18,3	35,4	36,2	17,6	28,1	11,1	39,9
A - Chaparral	0,7	0,0	0,4	19,0	17,9	37,5	9,1	18,6	19,1	36,1	36,9	18,3	28,8	11,8	40,6
C - El Dorado	1,2	0,4	0,0	19,4	18,4	37,9	9,6	19,0	19,5	36,6	37,4	18,8	29,2	12,2	41,1
C - Lago Azul	18,3	19,0	19,4	0,0	1,04	20,3	11,5	1,4	1,9	18,9	19,7	1,12	20,1	7,3	23,4
C - Playa Rica	17,2	17,9	18,4	1,04	0,00	19,5	10,5	0,6	1,1	18,2	18,9	0,3	19,0	6,1	22,7
C - Lote No. 3	36,8	37,5	37,9	20,3	19,5	0,0	30,0	18,9	18,4	4,2	5,0	19,6	38,6	25,7	37,6
C - La Guayabera	7,86	9,1	9,6	11,5	10,5	30,0	0,00	11,1	11,6	28,7	29,5	10,9	21,3	4,4	33,2
A - La Reserva	17,8	18,6	19,0	1,4	0,6	18,9	11,1	0,0	0,5	17,6	18,4	0,4	19,6	6,7	22,1
A - Los Recuerdos	18,3	19,1	19,5	1,9	1,1	18,4	11,6	0,5	0,0	17,1	17,9	0,9	20,1	7,2	21,6
B - El Prado	35,4	36,1	36,6	18,9	18,2	4,17	28,7	17,6	17,1	0,00	0,8	18,2	37,2	24,3	36,2

<b>PREDIO</b>	A - El Reposo, BA	A - Chaparral	C - El Dorado	C - Lago Azul	C - Playa Rica	C - Lote No. 3	C - La Guayabera	A - La Reserva	A - Los Recuerdos	B - El Prado	C - Aguablanca	A - El Gitano	A - La Esperanza	Centro de Acopio 1	Indupalma
C - Aguablanca	36,2	36,9	37,4	19,	18,9	4,9	29,5	18,4	17,9	0,81	0,00	19,0	38,6	25,1	37,0
A - El Gitano	17,6	18,3	18,8	1,1	0,3	19,6	10,9	0,4	0,9	18,2	19,0	0,0	19,4	6,5	22,7
<b>A - La Esperanza</b>	28,1	28,8	29,2	20,1	19,0	38,6	21,3	19,6	20,1	37,2	38,6	19,4	0,00	16,9	41,7
CA-2	11,1	11,8	12,3	7,3	6,10	25,7	4,4	6,7	7,23	24,3	25,1	6,48	16,9	0,0	28,8
Indupalma	39,9	40,6	41,1	23,4	22,7	37,6	33,2	22,1	21,6	36,2	37,0	22,7	41,7	28,8	0,00

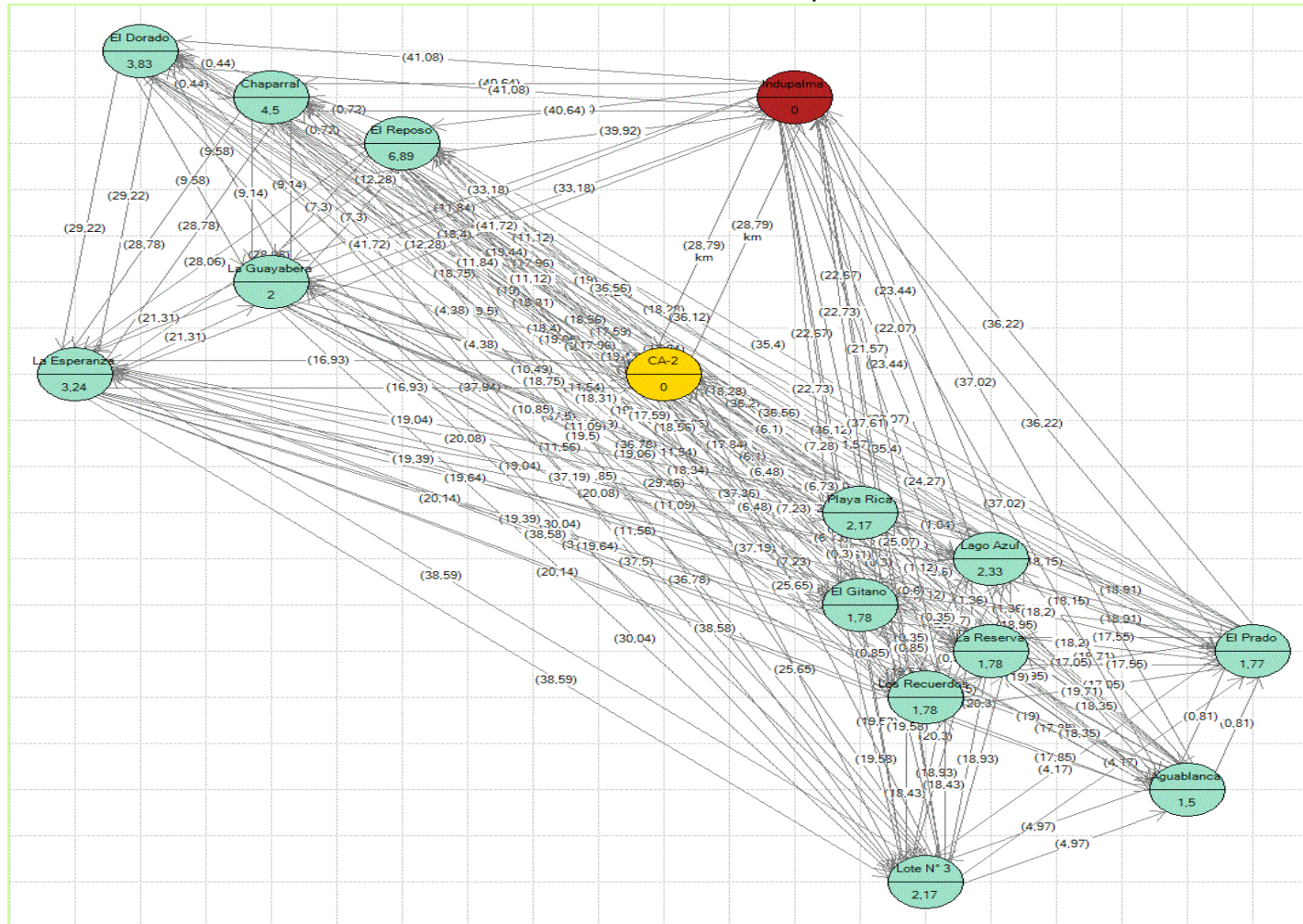
Fuente: Elaboración propia.

Se debe resaltar que para esta zona fue incluido el predio La Esperanza del proyecto asociado Coopalmag, que como ya se había establecido anteriormente, es más próximo a la planta de San Alberto teniendo en cuenta el recorrido por las vías vehiculares.

Para visualizar todas las posibles combinaciones de rutas se realiza una gráfica, allí se muestra todos los posibles arcos y la distancia entre los nodos origen-destino. Cada nodo presenta la información de: nombre del predio y producción en temporada alta (Ton) y cada arco presenta la distancia entre nodos (km).



Gráfica 23. Combinación de rutas para CA- 2.



Fuente: Elaboración propia.

### Datos obtenidos para Oro Rojo

En Oro Rojo se establecen tres zonas de cubrimiento, esta primera zona tiene como centro de acopio la misma planta extractora, y la regla utilizada para asignar los predios que debían llevar el fruto directamente a la planta, son los que se ubican en una extensión menor o igual a 10km a la redonda de planta, esta medida se determinó para cubrir una cantidad suficiente de predios que lleve su fruto a la planta, además de hacer uso de las instalaciones de la plantación como centro de acopio.

### Centro de Acopio Oro Rojo:

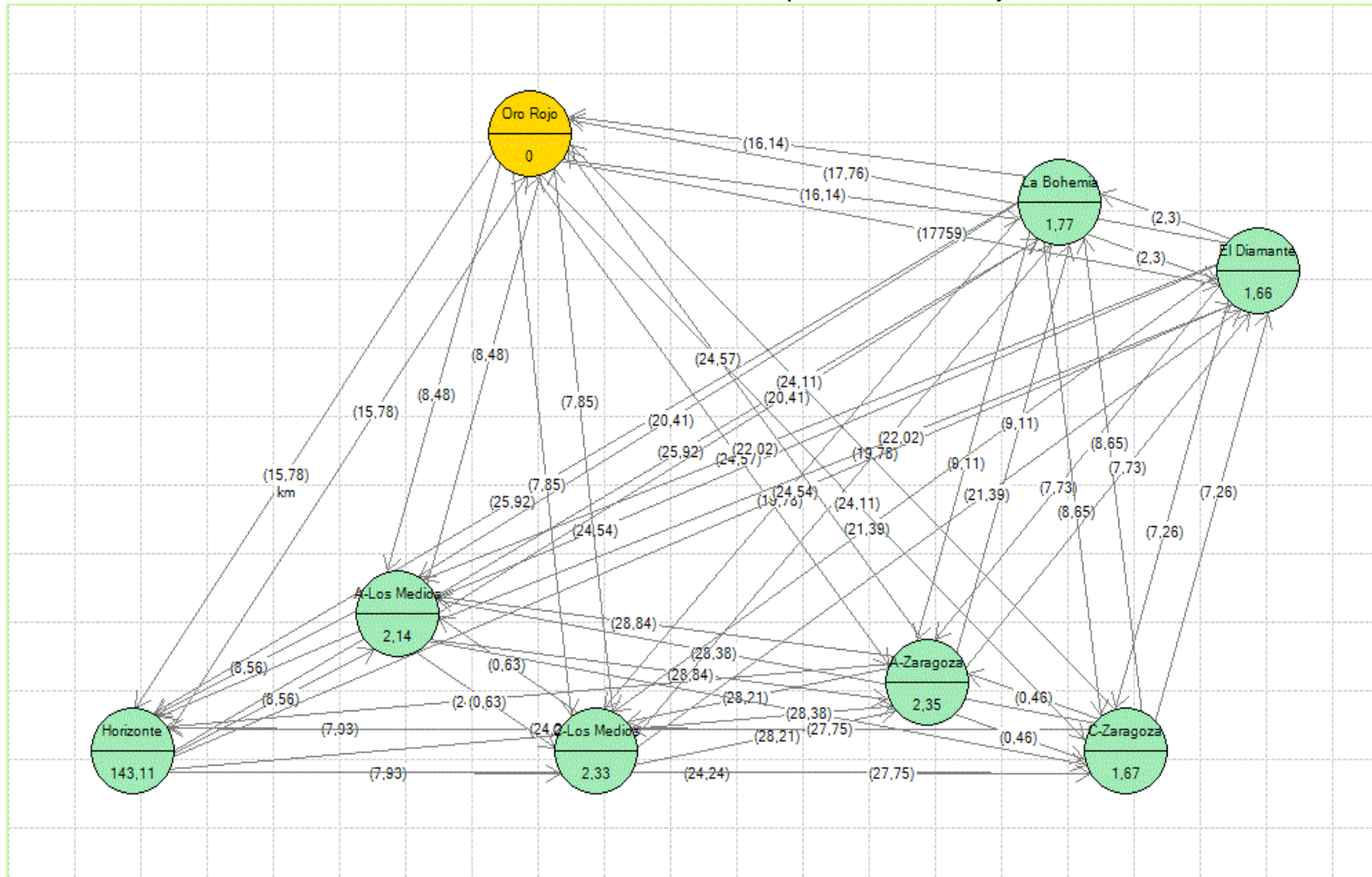
Tabla 39. Matriz de Distancias CA- Oro Rojo.

PREDIO	DISTANCIAS (m)							
	E - Horizonte	A - La Zaragoza	A - Los Medios	C - Los Medios	A - La Bohemia	C - La Zaragoza	A - El Diamante	Oro Rojo
E - Horizonte	0,00	24,70	8,56	7,93	25,92	24,24	24,54	15,78
A - La Zaragoza	24,70	0,00	28,84	28,21	9,11	0,46	7,73	24,57
A - Los Medios	8,56	28,84	0,00	0,63	20,41	28,38	22,02	8,48
C - Los Medios	7,93	28,21	0,63	0,00	19,78	27,75	21,39	7,85
A - La Bohemia	25,92	9,11	20,41	19,78	0,00	8,65	2,30	16,14
C - La Zaragoza	24,24	0,46	28,38	27,75	8,65	0,00	7,26	24,11
A - El Diamante	24,54	7,73	22,02	21,39	2,30	7,26	0,00	17,76
CA - Oro Rojo	15,78	24,57	8,48	7,85	16,14	24,11	17,76	0,00

Fuente: Elaboración propia.

Para visualizar este primer paso se realiza todas las posibles combinaciones de rutas en una gráfica, allí se muestra todos los posibles arcos y la distancia entre los nodos origen-destino. Cada nodo presenta la información de: nombre del predio y producción en temporada alta (Ton) y cada arco presenta la distancia entre nodos (km).

Gráfica 24. Combinación de rutas para CA- Oro Rojo.



Fuente: Elaboración propia.

**Centro de Acopio Zona Sur:**

Tabla 40. Matriz de Distancias CA- Zona Sur.

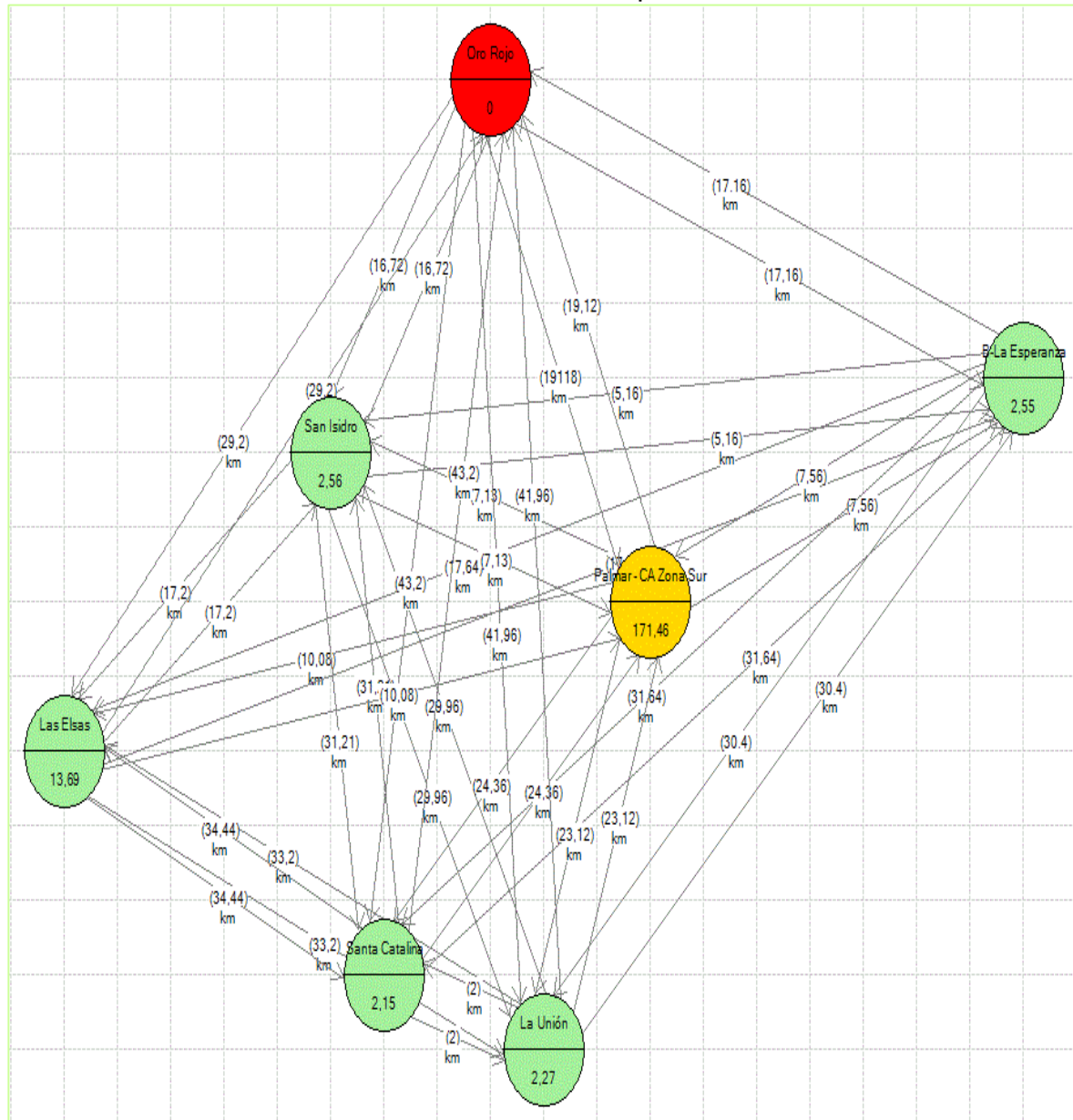
PREDIO	DISTANCIAS (m)						
	H - Las Esas	B - San Isidro	B - La Esperanza	A - La Unión	B - Santa Catalina	F - Palmar - CA	Oro Rojo
H - Las Esas	0,00	17,21	17,64	33,20	34,44	10,08	29,20
B - San Isidro	17,21	0,00	5,16	29,96	31,21	7,13	16,72
B - La Esperanza	17,64	5,16	0,00	30,40	31,64	7,56	17,16
A - La Unión	33,20	29,96	30,40	0,00	2,00	23,12	41,96
B - Santa Catalina	34,44	31,21	31,64	2,00	0,00	24,36	43,20
F - Palmar - CA	10,08	7,13	7,56	23,12	24,36	0,00	19,12
Oro Rojo	29,20	16,72	17,16	41,96	43,20	19,12	0,00

Fuente: Elaboración propia.

En esta zona de cubrimiento, la Zona Sur de la planta Oro Rojo, se asientan los predios con mayor producción de todos los proyectos asociados, lo que resalta la importancia de esta zona, ya que alimenta directamente la actividad diaria de la planta que en este momento está en sus inicios de funcionamiento.

La decisión de ubicar el centro de acopio en el predio El Palmar, además de cumplir con los criterios establecidos para la selección del punto de centro de acopio, es que es el predio con mayor producción de todos los predios de esta zona y contar con el manejo de la flota de transporte dentro de sus instalaciones, ayudaría para tener un producto justo a tiempo, minimizando el riesgo por problemas de acides o pudrición de fruto.

Gráfica 25. Combinación de rutas para CA- Zona Sur.



Fuente: Elaboración propia.

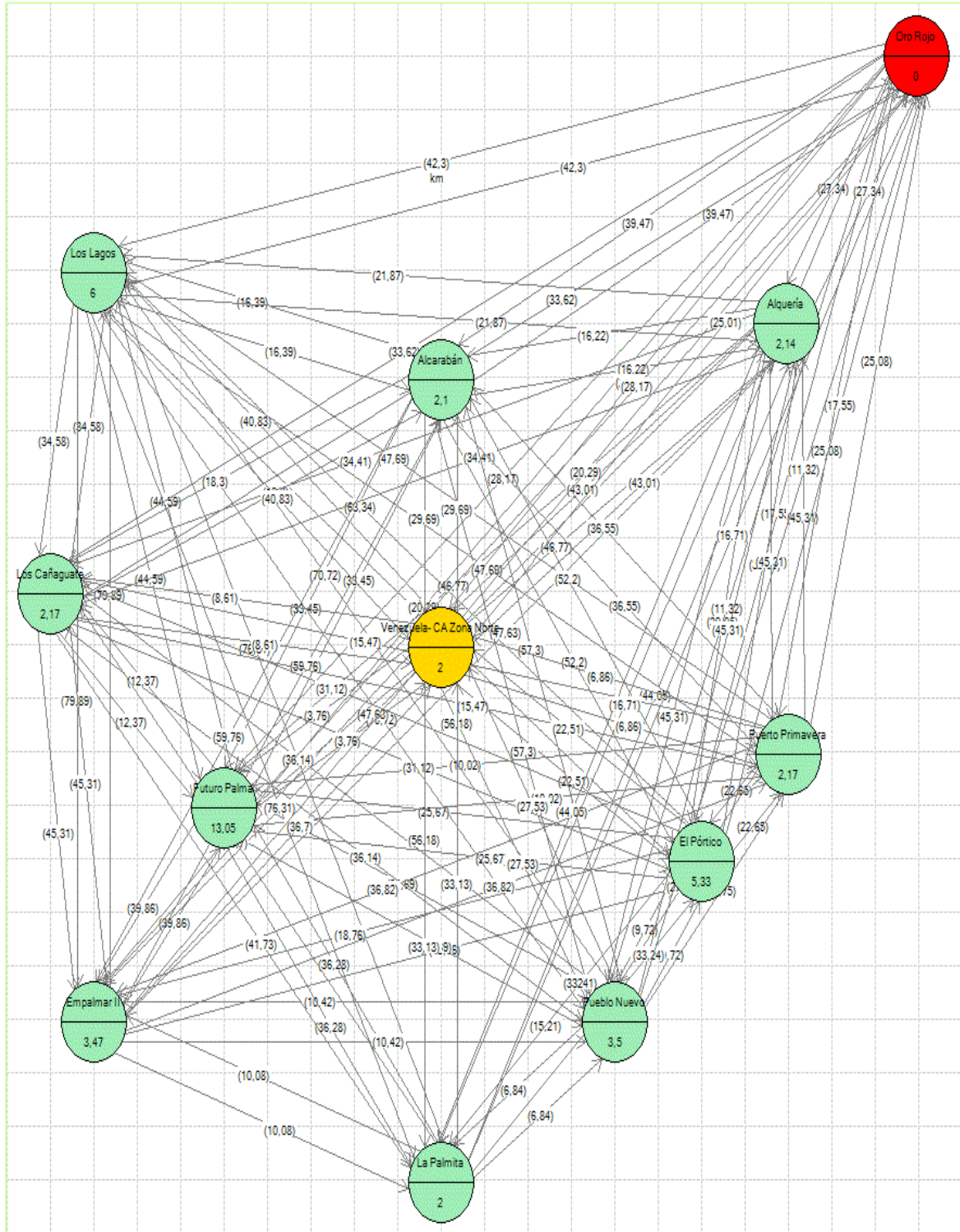
**Centro de Acopio Zona Norte:**

Tabla 41. Matriz de Distancias CA- Zona Norte.

PREDIO	DISTANCIAS (Km)											
	D - El futuro de la palma	C - Los Lagos	C - El Pórtico	B - Pueblo Nuevo	G - Empalmar II	A - La Alquería	C - Alcaraván	C - Los Cañaguat	B - La palmita	C - Puerto Primavera	C - La Venezuela CA Zona Norte	Oro Rojo
D - El futuro de la palma	0,0	44,6	25,7	30,7	39,9	46,8	33,4	12,4	36,3	10,0	3,8	28,2
C - Los Lagos	44,6	0,0	63,3	70,7	79,9	21,9	16,4	34,6	76,3	47,7	40,8	42,3
C - El Pórtico	25,7	63,3	0,0	9,7	18,8	39,9	52,2	31,1	15,2	22,7	22,5	17,6
B - Pueblo Nuevo	30,7	70,7	9,7	0,0	10,4	45,3	57,3	36,1	6,8	27,7	27,5	11,3
G - Empalmar II	39,9	79,9	18,8	10,4	0,0	47,6	59,8	45,3	10,1	36,8	36,7	20,3
A - La Alquería	46,8	21,9	39,9	45,3	47,6	0,0	16,2	34,4	44,1	45,3	43,0	27,3
C - Alcaraván	33,4	16,4	52,2	57,3	59,8	16,2	0,0	18,3	56,2	36,5	29,7	39,5
C - Los Cañaguat	12,4	34,6	31,1	36,1	45,3	34,4	18,3	0,0	41,7	15,5	8,6	33,6
B - La palmita	36,3	76,3	15,2	6,8	10,1	44,1	56,2	41,7	0,0	33,2	33,1	16,7
C - Puerto Primavera	10,0	47,7	22,7	27,7	36,8	45,3	36,5	15,5	33,2	0,0	6,9	25,1
C - La Venezuela - CA Sur	3,8	40,8	22,5	27,5	36,7	43,0	29,7	8,6	33,1	6,9	0,0	25,0
Oro Rojo	28,2	42,3	17,6	11,3	20,3	27,3	39,5	33,6	16,7	25,1	25,0	0,0

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 26. Combinación de rutas para CA- Zona Norte.



Fuente: Elaboración propia.

## Fase II: Cálculo de los Ahorros, Matriz de Ahorros

Se debe calcular  $S_{ij}$  para cada par de clientes  $i$  y  $j$ , es decir aplicar la siguiente fórmula para cada par de nodos que se conectan como se muestra en la matriz de distancias:

$$S_{ij} = C_{i0} + C_{0j} - C_{ij}$$

Esta matriz está condicionada según el sentido de las vías y el número de clientes, que dará como resultado el número total de ahorros que se deben establecer; como se había establecido anteriormente la matriz de distancias es simétrica, es decir que las vías de acceso son bidireccionales, para lo cual solo se trabajara con el triángulo de la parte superior de la matriz de distancia. Para determinar el número de ahorros se aplica la siguiente formula diferente a la manejada cuando se trata de una matriz de distancias asimétrica.

$$\text{Numero de Ahorros } (S_{ij}) = \frac{n(n-1)}{2}$$

Dónde  $n$ , corresponde al número de clientes que es manejado en cada zona en particular, sin tener en cuenta los que CA. Una vez obtenido el número de ahorros se procede con el cálculo.

### Datos obtenidos para Indupalma

#### Cálculo de ahorros para CA Indupalma

Tabla 42. Ahorros para predios asignados al CA- Indupalma.

Ahorros distancia (m)	A - Los Comuneros	C - La Ponderosa	C - San Francisco	B - Villa Nueva	A - La Ponderosa
A - Los Comuneros	0,00	0,00	10.347,60	10.347,60	0,00
C - La Ponderosa		0,00	0,00	0,00	23.625,95
C - San Francisco			0,00	5.741,84	0,00
B - Villa Nueva				0,00	0,00
A - La Ponderosa					0,00
<b>N° Clientes: 5,00</b>		<b>N° Ahorros <math>n(n-1)/2</math></b>			<b>10,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados obtenidos en esta matriz, en su mayoría son de valor de cero, es decir que si se realiza esta ruta uniendo los nodos correspondientes, no se ahorraría distancia, y daría el mismo resultado de hacer la nueva trayectoria o no.



**Cálculo de ahorros para CA - 2**

Tabla 43. Ahorros para predios asignados al CA- 2.

Ahorros de Distancias (m)	A - El Reposo	A - Chaparral	C - El Dorado	C - Lago Azul	C - Playa Rica	C - Lote No. 3	C - La Guayabera	A - La Reserva	A - Los Recuerdos	B - El Prado	C - Aguablanca	A - El Gitano	A - La Esperanza
A - El Reposo, Buenos aires	0	22.24 8,0	22.24 8,0	126 ,0	-14,0	-5,0	7.64 0,0	15,0	15,0	-5,0	-5,0	15,0	-5,0
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza		0	23.68 8,0	126 ,0	-14,0	-5,0	7.08 0,0	15,0	15,0	-5,0	-5,0	15,0	-5,0
C - El Dorado			0	126 ,0	-14,0	-5,0	7.08 0,0	15,0	15,0	-5,0	-5,0	15,0	-5,0
C - Lago Azul				0	12.34 0,0	12.64 1,0	126, 0	12.64 9,0	12.64 9,0	12.64 1,0	12.64 1,0	12.64 9,0	4.13 1,0
C - Playa Rica					0	12.22 1,0	-14,0	12.22 9,0	12.22 9,0	12.22 1,0	12.22 1,0	12.28 1,7	3.99 1,0
C - Lote No. 3						0	-5,0	13.45 0,0	14.45 0,0	45.75 4,0	45.75 4,0	12.55 0,0	3.99 1,0
C - La Guayabera							0	15,0	15,0	-5,0	-5,0	15,0	-5,0
A - La Reserva								0	13.45 8,0	13.45 0,0	13.45 0,0	12.85 8,0	4.02 0,0
A - Los Recuerdos									0	14.45 0,0	14.45 0,0	12.85 8,0	4.02 0,0
B - El Prado										0	48.53 4,0	12.55 0,0	4.00 0,0

Ahorros de Distancias (m)	A - El Reposo	A - Chaparral	C - El Dorado	C - Lago Azul	C - Playa Rica	C - Lote No. 3	C - La Guayabera	A - La Reserva	A - Los Recuerdos	B - El Prado	C - Aguablanca	A - El Gitano	A - La Esperanza
C - Aguablanca											0	12.55 0,0	3.41 8,2
A - El Gitano												0	4.02, 0
A - La Esperanza													0
<b>N° Clientes: 13,00</b>			<b>N° Ahorros <math>n(n-1)/2</math></b>						<b>78,00</b>				

Fuente: Elaboración propia.

#### Datos obtenidos para Oro Rojo

#### Cálculo de ahorros para CA Oro Rojo

Tabla 44. Ahorros para predios asignados al CA- Oro Rojo.

Ahorros de Distancias (m)	E - Horizonte	A- La Zaragoza	A -Los Medios	C - Los Medios	A - La Bohemia	C- La Zaragoza	A - El Diamante
E - Horizonte	0,0	15.653,15	15.698,70	15.698,69	6.003,15	15.652,15	9.005,15
A- La Zaragoza		0,0	4.214,00	4.214,00	31.603,80	48.219,32	34.605,80
A -Los Medios			0,0	15.698,63	4.214,00	4.213,00	4.214,10
C - Los Medios				0,0	4.214,00	4.213,00	4.214,10
A - La Bohemia					0,0	31.602,80	31.603,80
C- La Zaragoza						0,0	34.604,80
A - El Diamante							0,0
<b>N° Clientes: 7,00</b>			<b>N° Ahorros <math>n(n-1)/2</math></b>				<b>21,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Cálculo de ahorros para CA Zona Sur**

Tabla 45. Ahorros para predios asignados al CA- Zona Sur.

Ahorros de Distancias (m)	H - Las Elsas	B - San Isidro	B - La Esperanza	A - La Unión	B - Santa Catalina
H - Las Elsas	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
B - San Isidro		0,00	9.522,87	277,25	277,25
B - La Esperanza			0,00	277,25	277,24
A - La Unión				0,00	45.475,20
B - Santa Catalina					0,00
<b>N° Clientes: 5,00</b>	<b>N° Ahorros <math>n(n-1)/2</math></b>			<b>10,00</b>	

Fuente: Elaboración propia.

**Cálculo de ahorros para CA Zona Norte**

Tabla 46. Ahorros para predios asignados al CA- Zona Norte.

Ahorros de Distancias (m)	D - Futuro de palma	C - Los Lagos	C - El Pórtico	B - Pueblo Nuevo	G - Empalmar II	A - La Alquería	C - Alcaraván	C - Los Cañaguat e	B - La palmita	C - Puerto Primavera
D - Futuro de la palma	0,0	0,0	600,0	600,0	600,0	0,0	0,0	25.014,4	600,0	600,0
C - Lagos		0,0	0,0	-2.356,0	-2.356,0	61.977,9	54.131,0	14.860,0	-2.356,0	0,0
C - El Pórtico			0,0	40.328,0	40.427,0	25.584,4	0,0	0,0	40.428,0	6.723,6
B - Pueblo Nuevo				0,0	53.814,0	25.240,5	-80,0	0,0	53.814,0	6.643,6



Ahorros de Distancias (m)	D – Futuro de palma	C - Los Lagos	C - El Pórtico	B - Pueblo Nuevo	G - Empalmar II	A - La Alquería	C - Alcaraván	C - Los Cañaguat	B - La palmita	C - Puerto Primavera	
G - Empalmar II					0,0	32.087,0	6.629,6	0,0	59.740,0	6.742,6	
A - La Alquería						0,0	56.487,0	17.216,0	32.088,8	4.568,5	
C - Alcaraván							0,0	20.002,0	6.631,4	0,0	
C - Los Cañaguat								0,0	0,0	0,0	
B - La palmita									0,0	6.744,0	
C - Puerto Primavera										0,0	
<b>N° Clientes: 10,00</b>					<b>N° Ahorros <math>n(n-1)/2</math></b>					<b>45,00</b>	

Fuente: Elaboración propia.

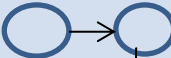



### Fase III: Diseño de rutas según el ahorro de distancia.

Esta fase está compuesta de varios pasos, los cuales se entraran a explicar a continuación:

Paso 1. Ordenar los ahorros: Una vez obtenidos los cálculos de los ahorros de distancia, estos se ordenaron de mayor a menor para dar prioridad a la unión entre par de nodos que producen un mayor ahorro.

Paso 2. Secuencia lógica: Establecido el primer par de nodos con mayor ahorro, se busca el siguiente par de nodos que concadene este con el primer segmento de nodos, estableciendo como regla principal buscar la unión de nodos que de mayor ahorro de distancia, o como segundo criterio de selección, escoger la unión de par de nodos tenga la menor distancia entre ellos.

Tabla 47. Explicación de secuencia lógica.

Unión de Nodos	Orden Lógico
n1 – n2	
n2 – n3	
n3 – n4	
n4.....ni	

Fuente: Elaboración propia

Con este procedimiento se le da forma al primer boceto de las rutas para el diseño de esta red logística. A continuación, se detallará el proceso para los centros de acopio propuesto, hasta el paso descrito anteriormente.

Como se conoce, las vías de acceso son bidireccionales, por consiguiente la distancia y el ahorro de ir de  $i-j$  es igual a  $j-i$ . En la presentación de las tablas donde se relacionan los ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta de cada uno de los centros de acopio, se marca el orden ascendente el par de nodos con mayor, y se hace un señalamiento con colores para seguir el recorrido de la propuesta hecha.

Para ver procedimiento diríjase al archivo de Excel que podrá encontrar en CD-ROM adjunto (Ver Anexo 6. Análisis de Datos Red Logística, CD-ROM adjunto).

**Datos obtenidos para Indupalma**

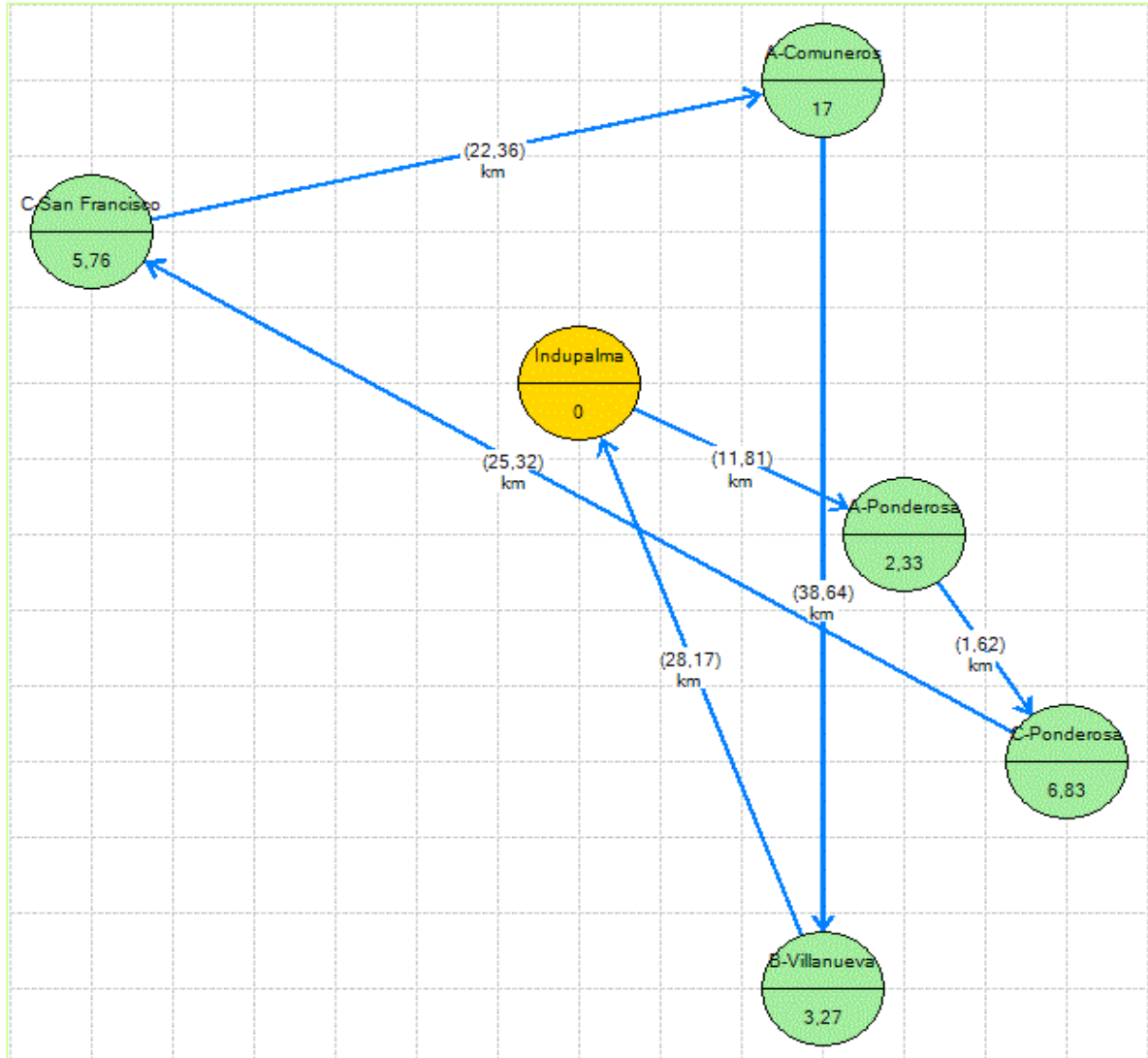
**Diseño de ruta base para CA Indupalma**

Tabla 48. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA-Indupalma.

	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	Tem. Alta (Ton/día)		Tem. Baja (Ton/día)	
					<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
1	C - La Ponderosa	A - La Ponderosa	23.625,95	1.622,00	6,33	2,23	3,27	0,93
4	A - Los Comuneros	B - Villa Nueva	10.347,60	38.644,95	17,00	3,27	8,68	1,53
3	A - Los Comuneros	C - San Francisco	10.347,60	34.254,02	17,00	5,33	8,68	3,20
	C - San Francisco	B - Villa Nueva	5.741,84	34.324,89	5,33	3,27	3,20	1,53
	A - Los Comuneros	C - La Ponderosa	0,00	34.254,02	17,00	6,33	8,68	3,27
	A - Los Comuneros	A - La Ponderosa	0,00	32.632,02	17,00	2,23	8,68	0,93
2	C - La Ponderosa	C - San Francisco	0,00	25.328,19	6,33	5,33	3,27	3,20
	C - La Ponderosa	B - Villa Nueva	0,00	41.608,48	6,33	3,27	3,27	1,53
	C - San Francisco	A - La Ponderosa	0,00	23.706,19	5,33	2,23	3,20	0,93
	B - Villa Nueva	A - La Ponderosa	0,00	39.986,48	3,27	2,23	1,53	0,93

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 27. Diseño de ruta base para CA Indupalma.



Fuente: Elaboración propia.

Establecida la unión de par de nodos, y concadenándolos entre si formando la ruta, esta se gráfica con ayuda del programa Grafos (*Ver Anexo 9. Graficas Rutas Centros de Acopio*), software gratuito diseñado por el docente del Departamento de Organización de Empresas de la Universidad Politécnica de Valencia, Alejandro Rodríguez Villalobos, quien pone a disposición material relevante para la dirección de operaciones, concretamente en problemas de cálculo de rutas de vehículos y gestión de flotas (Vehicle Routing Problems).

**Diseño de ruta base para CA - 2**

Tabla 49. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA-2.

	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	Tem. Alta (Ton/día)		Tem. Baja (Ton/día)	
					<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
2	B - El Prado	C - Aguablanca	48.534,00	805,00	1,77	1,50	0,90	0,77
1	C - Lote No. 3	B - El Prado	45.754,00	4.166,00	2,17	1,77	1,08	0,90
	C - Lote No. 3	C - Aguablanca	45.754,00	4.971,00	2,17	1,50	1,08	0,77
12	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	C - El Dorado	23.688,00	440,00	4,50	3,83	2,30	1,94
11	A - El Reposo, Buenos aires	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	22.248,00	720,00	6,89	4,50	3,52	2,30
	A - El Reposo, Buenos aires	C - El Dorado	22.248,00	1.160,00	6,89	3,83	3,52	1,94
	C - Lote No. 3	A - Los Recuerdos	14.450,00	18.432,00	2,17	1,78	1,08	0,91
	A - Los Recuerdos	B - El Prado	14.450,00	17.046,00	1,78	1,77	0,91	0,90
3	A - Los Recuerdos	C - Aguablanca	14.450,00	17.851,00	1,78	1,50	0,91	0,77



	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	Tem. Alta (Ton/día)		Tem. Baja (Ton/día)	
					<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
4	A - La Reserva	A - Los Recuerdos	13.458,00	500,00	1,78	1,78	0,91	0,91
	C - Lote No. 3	A - La Reserva	13.450,00	18.932,00	2,17	1,78	1,08	0,91
	A - La Reserva	B - El Prado	13.450,00	17.546,00	1,78	1,77	0,91	0,90
	A - La Reserva	C - Aguablanca	13.450,00	18.351,00	1,78	1,50	0,91	0,77
5	A - La Reserva	A - El Gitano	12.858,00	352,77	1,78	1,78	0,91	0,91
	A - Los Recuerdos	A - El Gitano	12.858,00	852,77	1,78	1,78	0,91	0,91
6	C - Lago Azul	A - El Gitano	12.649,00	1.117,23	2,33	1,78	1,17	0,91
	C - Lago Azul	A - La Reserva	12.649,00	1.364,46	2,33	1,78	1,17	0,91
	C - Lago Azul	A - Los Recuerdos	12.649,00	1.864,46	2,33	1,78	1,17	0,91
	C - Lago Azul	C - Lote No. 3	12.641,00	20.296,46	2,33	2,17	1,17	1,08
	C - Lago Azul	B - El Prado	12.641,00	18.910,46	2,33	1,77	1,17	0,90
	C - Lago Azul	C - Aguablanca	12.641,00	19.715,46	2,33	1,50	1,17	0,77
	C - Lote No. 3	A - El Gitano	12.550,00	19.584,77	2,17	1,78	1,08	0,91

<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
				<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
B - El Prado	A - El Gitano	12.550,00	18.198,77	1,77	1,78	0,90	0,91
C - Aguablanca	A - El Gitano	12.550,00	19.003,77	1,50	1,78	0,77	0,91
<b>7</b> C - Lago Azul	C - Playa Rica	12.340,00	1.044,46	2,33	2,17	1,17	1,18
C - Playa Rica	A - El Gitano	12.281,77	300,00	2,17	1,78	1,18	0,91
C - Playa Rica	A - La Reserva	12.229,00	600,00	2,17	1,78	1,18	0,91
C - Playa Rica	A - Los Recuerdos	12.229,00	1.100,00	2,17	1,78	1,18	0,91
C - Playa Rica	C - Lote No. 3	12.221,00	19.532,00	2,17	2,17	1,18	1,08
C - Playa Rica	B - El Prado	12.221,00	18.146,00	2,17	1,77	1,18	0,90
C - Playa Rica	C - Aguablanca	12.221,00	18.951,00	2,17	1,50	1,18	0,77
<b>10</b> A - El Reposo, Buenos aires	C - La Guayabera	7.640,00	7.304,00	6,89	2,00	3,52	0,98
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	C - La Guayabera	7.080,00	9.144,00	4,50	2,00	2,30	0,98
C - El Dorado	C - La Guayabera	7.080,00	9.584,00	3,83	2,00	1,94	0,98

<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
				<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
C - Lago Azul	A - La Esperanza	4.131,00	20.080,50	2,33	3,24	1,17	1,64
A - La Reserva	A - La Esperanza	4.020,00	19.636,04	1,78	3,24	0,91	1,64
A - Los Recuerdos	A - La Esperanza	4.020,00	20.136,04	1,78	3,24	0,91	1,64
A - El Gitano	A - La Esperanza	4.020,00	19.388,81	1,78	3,24	0,91	1,64
B - El Prado	A - La Esperanza	4.000,00	37.194,04	1,77	3,24	0,90	1,64
<b>8 C - Playa Rica</b>	<b>A - La Esperanza</b>	3.991,00	19.036,04	2,17	3,24	1,18	1,64
C - Lote No. 3	A - La Esperanza	3.991,00	38.589,04	2,17	3,24	1,08	1,64
C - Aguablanca	A - La Esperanza	3.418,24	38.580,80	1,50	3,24	0,77	1,64
C - Lago Azul	C - La Guayabera	126,00	11.538,46	2,33	2,00	1,17	0,98
A - El Reposo, Buenos aires	C - Lago Azul	126,00	18.282,46	6,89	2,33	3,52	1,17
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	C - Lago Azul	126,00	19.002,46	4,50	2,33	2,30	1,17
C - El Dorado	C - Lago Azul	126,00	19.442,46	3,83	2,33	1,94	1,17

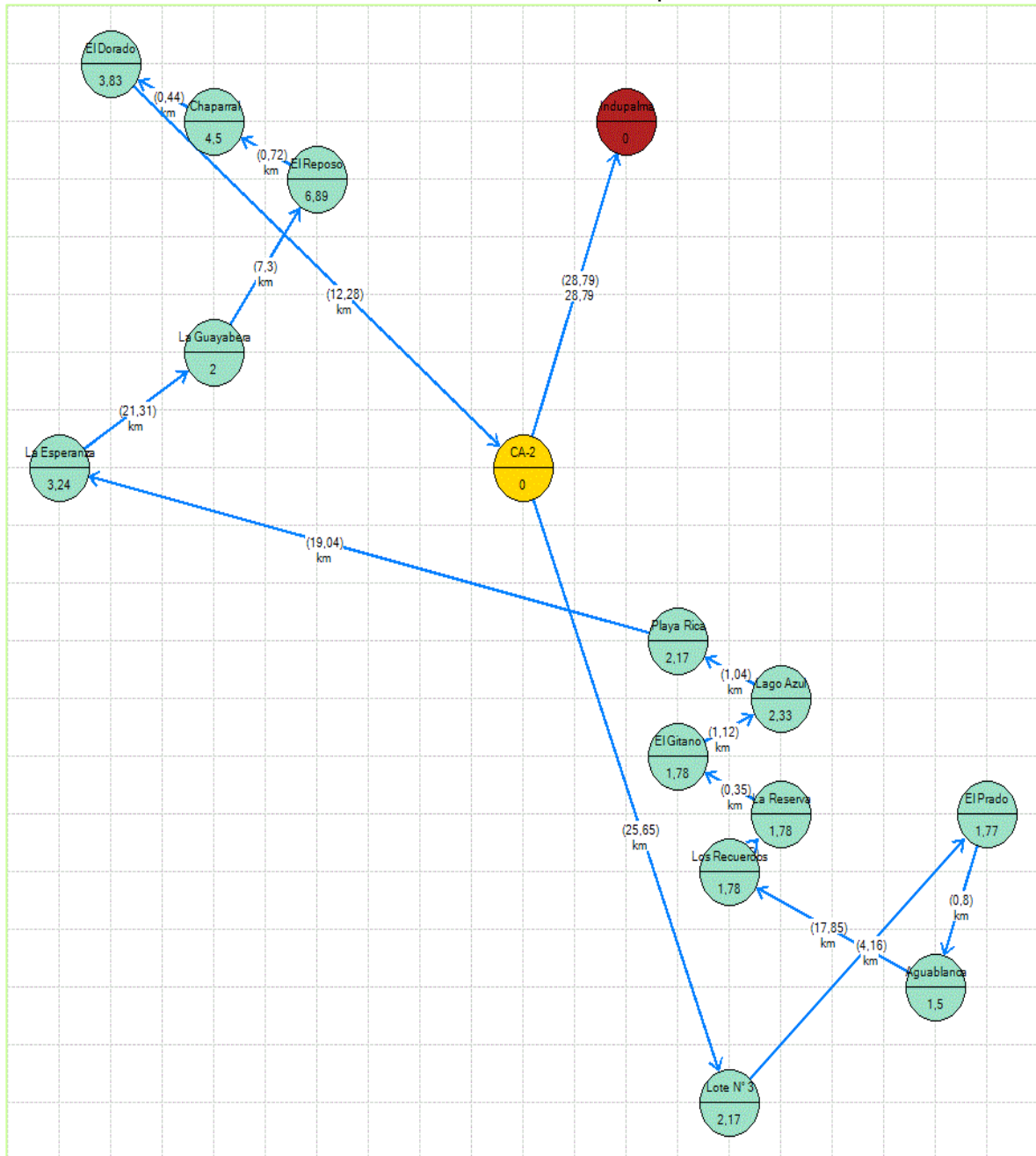
<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
				<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
A - El Reposo, Buenos aires	A - La Reserva	15,00	17.838,00	6,89	1,78	3,52	0,91
A - El Reposo, Buenos aires	A - Los Recuerdos	15,00	18.338,00	6,89	1,78	3,52	0,91
A - El Reposo, Buenos aires	A - El Gitano	15,00	17.590,77	6,89	1,78	3,52	0,91
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	A - La Reserva	15,00	18.558,00	4,50	1,78	2,30	0,91
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	A - Los Recuerdos	15,00	19.058,00	4,50	1,78	2,30	0,91
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	A - El Gitano	15,00	18.310,77	4,50	1,78	2,30	0,91
C - El Dorado	A - La Reserva	15,00	18.998,00	3,83	1,78	1,94	0,91
C - El Dorado	A - Los Recuerdos	15,00	19.498,00	3,83	1,78	1,94	0,91
C - El Dorado	A - El Gitano	15,00	18.750,77	3,83	1,78	1,94	0,91
C - La Guayabera	A - La Reserva	15,00	11.094,00	2,00	1,78	0,98	0,91

<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
				<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
C - La Guayabera	A - Los Recuerdos	15,00	11.594,00	2,00	1,78	0,98	0,91
C - La Guayabera	A - El Gitano	15,00	10.846,77	2,00	1,78	0,98	0,91
A - El Reposo, Buenos aires	C - Lote No. 3	-5,00	36.782,00	6,89	2,17	3,52	1,08
A - El Reposo, Buenos aires	B - El Prado	-5,00	35.396,00	6,89	1,77	3,52	0,90
A - El Reposo, Buenos aires	C - Aguablanca	-5,00	36.201,00	6,89	1,50	3,52	0,77
A - El Reposo, Buenos aires	A - La Esperanza	-5,00	28.056,04	6,89	3,24	3,52	1,64
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	C - Lote No. 3	-5,00	37.502,00	4,50	2,17	2,30	1,08
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	B - El Prado	-5,00	36.116,00	4,50	1,77	2,30	0,90
A - Chaparral, Villamary,	C - Aguablanca	-5,00	36.921,00	4,50	1,50	2,30	0,77
A - Chaparral, Villamary	A - La Esperanza	-5,00	28.776,04	4,50	3,24	2,30	1,64

<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
				<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
C - El Dorado	C - Lote 3	-5,00	37.942,00	3,83	2,17	1,94	1,08
C - El Dorado	B - El Prado	-5,00	36.556,00	3,83	1,77	1,94	0,90
C - El Dorado	C - Aguablanca	-5,00	37.361,00	3,83	1,50	1,94	0,77
C - El Dorado	A - La Esperanza	-5,00	29.216,04	3,83	3,24	1,94	1,64
C - Lote No. 3	C - La Guayabera	-5,00	30.038,00	2,17	2,00	1,08	0,98
C - La Guayabera	B - El Prado	-5,00	28.652,00	2,00	1,77	0,98	0,90
C - La Guayabera	C - Aguablanca	-5,00	29.457,00	2,00	1,50	0,98	0,77
<b>9</b> C - La Guayabera	<b>A - La Esperanza</b>	-5,00	21.312,04	2,00	3,24	0,98	1,64
A - El Reposo, Buenos aires	C - Playa Rica	-14,00	17.238,00	6,89	2,17	3,52	1,18
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	C - Playa Rica	-14,00	17.958,00	4,50	2,17	2,30	1,18
C - El Dorado	C - Playa Rica	-14,00	18.398,00	3,83	2,17	1,94	1,18
C - Playa Rica	C - La Guayabera	-14,00	10.494,00	2,17	2,00	1,18	0,98

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 28. Diseño de ruta base para CA 2.



Fuente: Elaboración propia.

**Datos obtenidos para Oro Rojo**
**Diseño de ruta base para CA Oro Rojo**

Tabla 50. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA - Oro Rojo. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA - Oro Rojo.

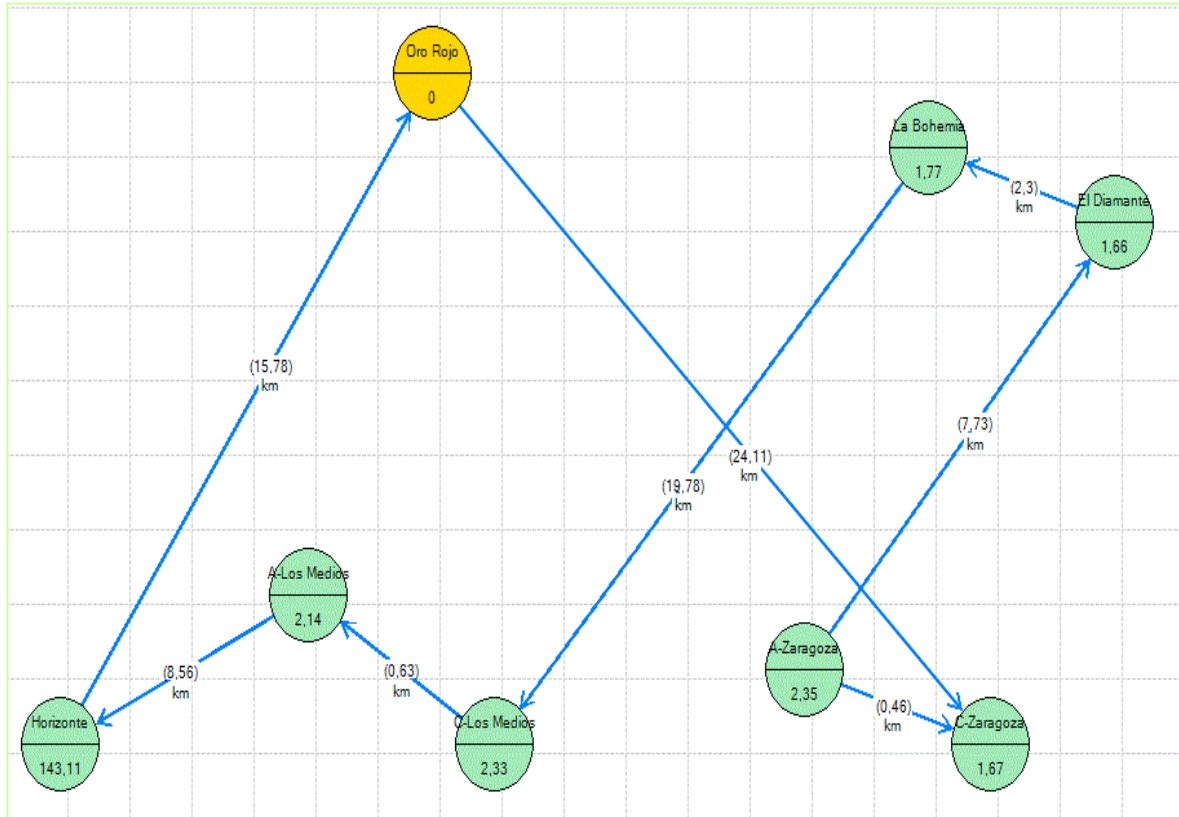
	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
					<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>	<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>
1	A- La Zaragoza	C- La Zaragoza	48.219,32	9.111,47	2,35	1,67	2,35	0,82
2	A- La Zaragoza	A - El Diamante	34.605,80	463,40	2,35	1,66	2,35	0,85
	C- La Zaragoza	A - El Diamante	34.604,80	7.263,36	1,67	1,66	8.305,73	0,85
3	A - La Bohemia	A - Diamante	31.603,80	2.296,91	1,77	1,66	1,77	0,85
	A- La Zaragoza	A - La Bohemia	31.603,80	28.208,88	2,35	1,77	2,35	0,90
	A - Bohemia	C- Zaragoza	31.602,80	8.648,07	1,77	1,67	1,77	0,82
6	E - Horizonte	A -Los Medios	15.698,70	8.562,34	143,11	2,14	143,11	1,09
	E - Horizonte	C - Los Medios	15.698,69	7.932,35	143,11	2,33	143,11	0,89
5	A -Los Medios	C - Medios	15.698,63	630,00	2,14	2,33	2,14	0,89
	E - Horizonte	A- La Zaragoza	15.653,15	24.702,14	143,11	2,35	40,15	1,20
	E - Horizonte	C- La Zaragoza	15.652,15	24.238,74	143,11	1,67	143,11	0,82



<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij</i>	<i>Distancia ij</i>	Tem. Alta (Ton/día)		Tem. Baja (Ton/día)	
				<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>	<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>
E - Horizonte	A - El Diamante	9.005,15	24.535,58	143,11	1,66	143,11	0,85
E - Horizonte	A - La Bohemia	6.003,15	25.920,29	143,11	1,77	143,11	0,90
A -Los Medios	A - El Diamante	4.214,10	22.024,22	2,14	1,66	2,14	0,85
C - Los Medios	A - El Diamante	4.214,10	21.394,22	2,33	1,66	2,33	0,85
A -Los Medios	A - La Bohemia	4.214,00	20.407,03	2,14	1,77	2,14	0,90
4 C - Los Medios	A - La Bohemia	4.214,00	19.777,03	2,33	1,77	2,33	0,90
A- La Zaragoza	C - Los Medios	4.214,00	28.838,88	2,35	2,33	2,35	0,89
A- La Zaragoza	A -Los Medios	4.214,00	15.781,73	2,35	2,14	2,35	1,09
A -Los Medios	C- La Zaragoza	4.213,00	28.375,48	2,14	1,67	2,14	0,82
C - Los Medios	C- La Zaragoza	4.213,00	27.745,48	2,33	1,67	2,33	0,82

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 29. Diseño ruta base para CA – Oro Rojo.



Fuente: Elaboración propia.

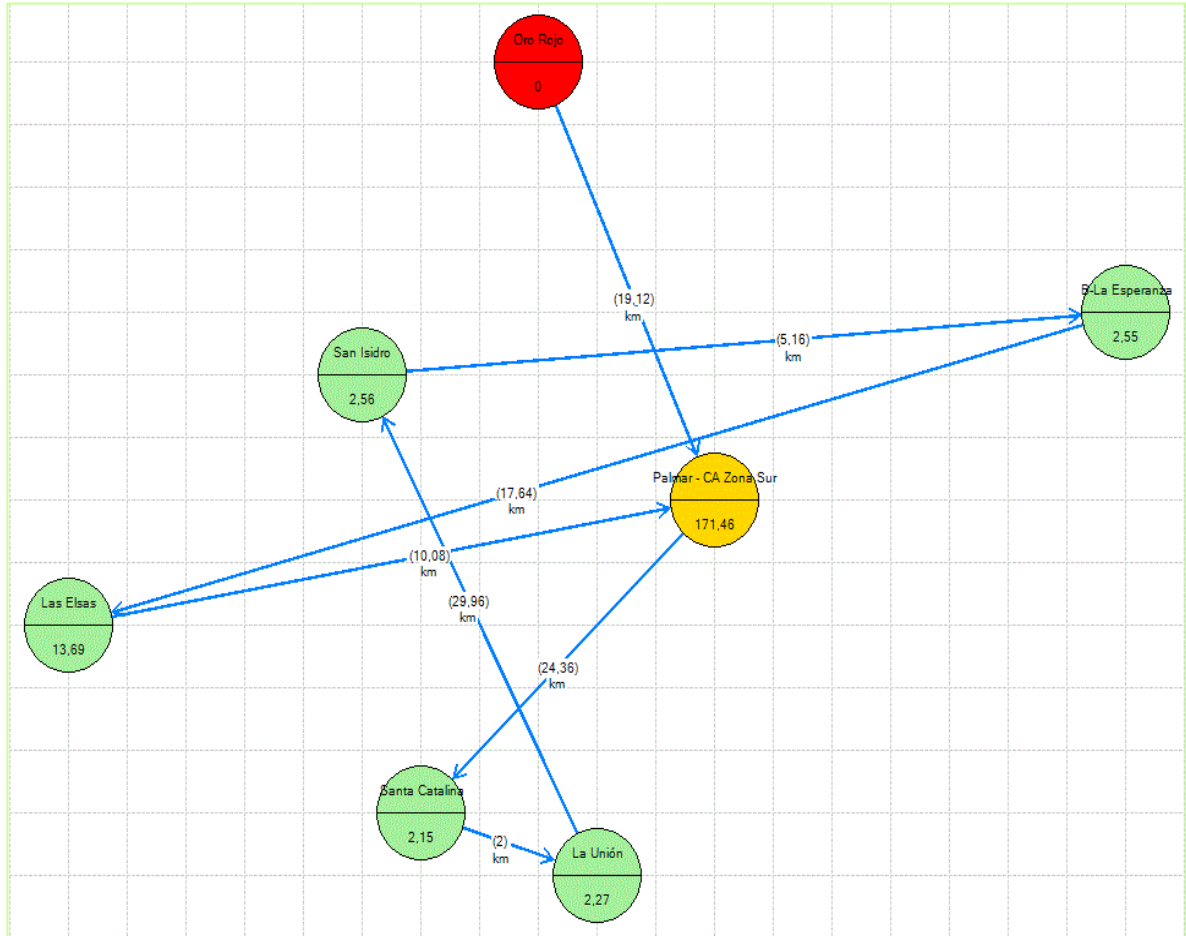
**Diseño de ruta base para CA Zona Sur**

Tabla 51. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA –Zona Sur.

	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia a ij (m)</i>	Tem. Alta (Ton/día)		Tem. Baja (Ton/día)	
					<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>
<b>1</b>	A - La Unión	B - Santa Catalina	45.475,20	2.000,1	2,27	2,15	1,16	1,09
<b>3</b>	B - San Isidro	B - La Esperanza	9.522,87	5.163,91	2,56	2,55	1,30	1,30
	B - La Esperanza	A - La Unión	277,25	30.400,8	2,55	2,27	1,30	1,16
<b>2</b>	B - San Isidro	A - La Unión	277,25	29.964,7	2,56	2,27	1,30	1,16
	B - San Isidro	B - Santa Catalina	277,25	31.206,7	2,56	2,15	1,30	1,09
	B - La Esperanza	B - Santa Catalina	277,24	31.642,8	2,55	2,15	1,30	1,09
	H - Las Elsas	B - San Isidro	0,00	17.205,5	13,69	2,56	4,75	1,30
<b>4</b>	H - Las Elsas	B - La Esperanza	0,00	17.641,6	13,69	2,55	4,75	1,30
	H - Las Elsas	A - La Unión	0,00	33.196,8	13,69	2,27	4,75	1,16
	H - Las Elsas	B - Santa Catalina	0,00	34.438,8	13,69	2,15	4,75	1,09

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 30. Diseño ruta base para CA – Zona Sur.



Fuente: Elaboración propia.

**Diseño de ruta base para CA Oro Rojo**

Tabla 52. Ahorros ordenados y secuencia lógica para diseño de ruta del CA – Zona Norte.

	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	Tem. Alta (Ton/día)		Tem. Baja (Ton/día)	
					<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>	<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>
1	C - Los Lagos	A - La Alquería	61.977,90	21.866,10	6,00	2,14	3,17	1,12
9	G - Empalmar II	B - La palmita	59.740,00	10.084,00	3,47	2,00	1,00	1,02
2	A - La Alquería	C - Alcaraván	56.487,02	16.217,72	2,14	2,10	1,12	1,00
	C - Los Lagos	C - Alcaraván	54.131,02	16.387,82	6,00	2,10	3,17	1,00
	B - Pueblo Nuevo	G - Empalmar II	53.814,00	10.417,00	3,50	3,47	1,81	1,00
8	B - Pueblo Nuevo	B - La palmita	53.814,00	6.843,00	3,50	2,00	1,81	1,02
	C - El Pórtico	B - La palmita	40.428,00	15.211,63	5,33	2,00	2,89	1,02
	C - El Pórtico	G - Empalmar II	40.427,04	18.786,59	5,33	3,47	2,89	1,00
7	C - El Pórtico	B - Pueblo Nuevo	40.328,00	9.718,63	5,33	3,50	2,89	1,81
	A - La Alquería	B - La palmita	32.088,81	44.051,14	2,14	2,00	1,12	1,02
	G - Empalmar II	A - La Alquería	32.087,01	47.626,94	3,47	2,14	1,00	1,12
	C - El Pórtico	A - La Alquería	25.584,40	39.945,19	5,33	2,14	2,89	1,12



<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	Tem. Alta (Ton/día)		Tem. Baja (Ton/día)	
				<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>	<i>Producción ni</i>	<i>Producción nj</i>
B – P Nuevo	A - Alquilería	25.240,49	45.306,46	3,50	2,14	1,81	1,12
4 D - El futuro de la palma	C - Los Cañaguata	25.014,43	12.366,06	13,05	2,17	6,86	1,03
3 C - Alcaraván	C - Los Cañaguata	20.002,02	18.295,78	2,10	2,17	1,00	1,03
A - La Alquilería	C - Los Cañaguata	17.216,02	34.406,94	2,14	2,17	1,12	1,03
C - Los Lagos	C - Cañaguata	14.860,02	34.577,04	6,00	2,17	3,17	1,03
B - La palmita	C - Puerto Primavera	6.744,00	33.241,00	2,00	2,17	1,02	0,90
G - Empalmar II	C - Puerto Primavera	6.742,59	36.816,41	3,47	2,17	1,00	0,90
6 C - El Pórtico	C - Puerto Primavera	6.723,55	22.651,08	5,33	2,17	2,89	0,90
B - Pueblo Nuevo	C - Puerto Primavera	6.643,55	27.748,45	3,50	2,17	1,81	0,90
C - Alcaraván	B - La palmita	6.631,42	56.183,37	2,10	2,00	1,00	1,02
G - Empalmar II	C - Alcaraván	6.629,62	59.759,17	3,47	2,10	1,00	1,00
A - Alquilería	C - Puerto Primavera	4.568,49	45.306,46	2,14	2,17	1,12	0,90
D - El futuro de la palma	C - El Pórtico	600,00	25.672,68	13,05	5,33	6,86	2,89
D - El futuro de la palma	B - Pueblo Nuevo	600,00	30.690,05	13,05	3,50	6,86	1,81



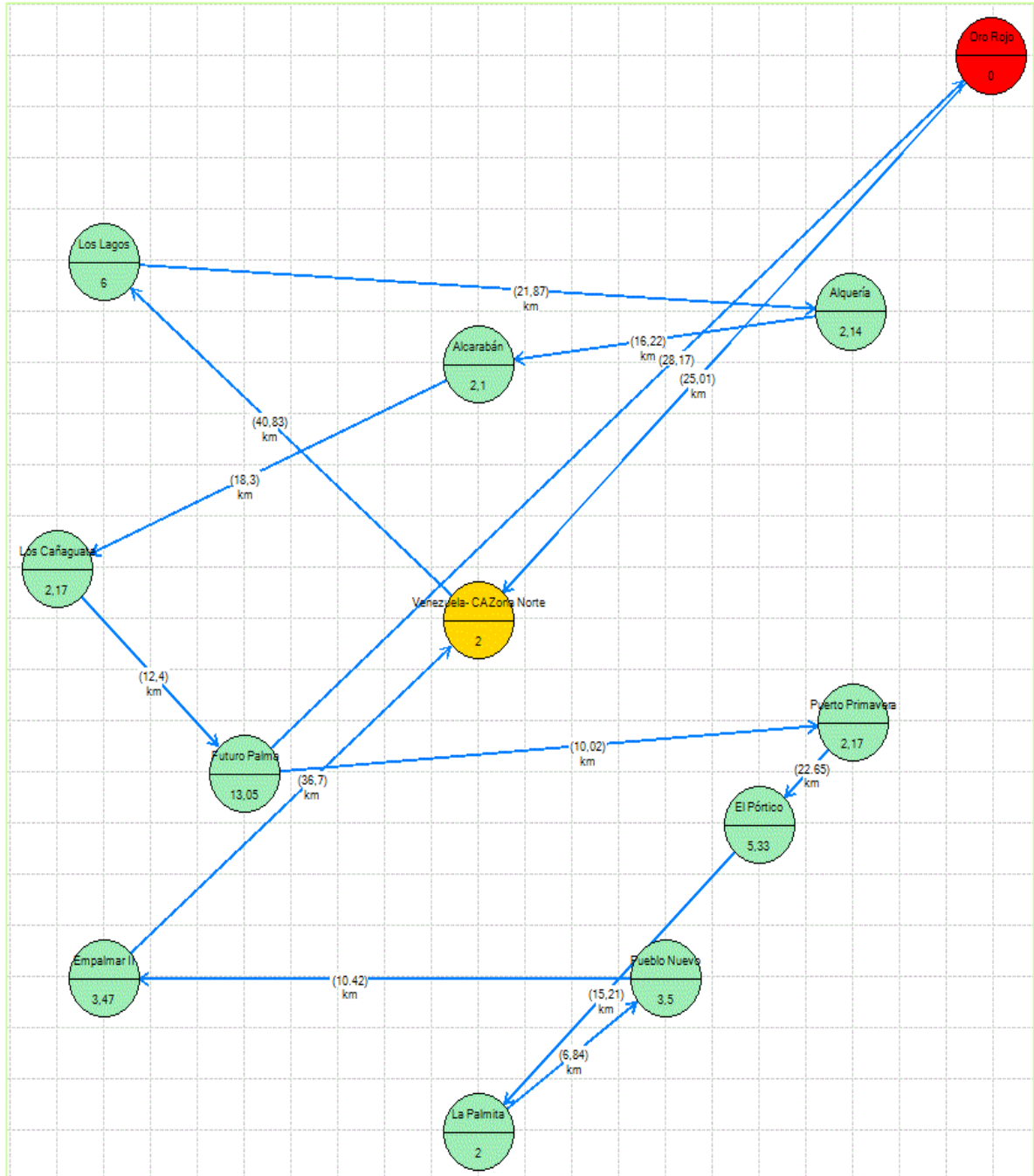
<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
				<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>
D - El futuro de la palma	G - Empalmar II	600,00	39.857,05	13,05	3,47	6,86	1,00
D - El futuro de la palma	B - La palmita	600,00	36.283,05	13,05	2,00	6,86	1,02
5 D - El futuro de la palma	C - Puerto Primavera	600,00	10.018,05	13,05	2,17	6,86	0,90
D - El futuro de la palma	C - Los Lagos	0,00	44.587,10	13,05	6,00	6,86	3,17
D - El futuro de la palma	A - La Alquería	0,00	46.773,00	13,05	2,14	6,86	1,12
D - El futuro de la palma	C - Alcaraván	0,00	33.447,84	13,05	2,10	6,86	1,00
C - Lagos	C - El Pórtico	0,00	63.343,68	6,00	5,33	3,17	2,89
C - Los Lagos	C - Puerto Primavera	0,00	47.689,05	6,00	2,17	3,17	0,90
C - El Pórtico	C - Alcaraván	0,00	52.204,42	5,33	2,10	2,89	1,00
C - El Pórtico	C - Los Cañaguat	0,00	31.122,64	5,33	2,17	2,89	1,03
B - Pueblo Nuevo	C - Los Cañaguat	0,00	36.140,01	3,50	2,17	1,81	1,03
G - Empalmar II	C - Los Cañaguat	0,00	45.307,01	3,47	2,17	1,00	1,03
C - Alcaraván	C - Puerto Primavera	0,00	36.549,79	2,10	2,17	1,00	0,90
C - Los Cañaguat	B - La palmita	0,00	41.733,01	2,17	2,00	1,03	1,02

<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>	<i>Ahorro Distancia ij (m)</i>	<i>Distancia ij (m)</i>	<b>Tem. Alta (Ton/día)</b>		<b>Tem. Baja (Ton/día)</b>	
				<i>Producción i</i>	<i>Producción j</i>	<i>i (Partida)</i>	<i>j (Destino)</i>
C - Los Cañaguata	C - Puerto Primavera	0,00	15.468,01	2,17	2,17	1,03	0,90
B - Pueblo Nuevo	C - Alcaraván	-80,00	57.301,79	3,50	2,10	1,81	1,00
C - Los Lagos	B - Pueblo Nuevo	-2.356,00	70.717,05	6,00	3,50	3,17	1,81
C - Los Lagos	G - Empalmar II	-2.356,00	79.884,05	6,00	3,47	3,17	1,00
C - Los Lagos	B - La palmita	-2.356,00	76.310,05	6,00	2,00	3,17	1,02

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 31. Diseño ruta base para CA – Zona Norte.



Fuente: Elaboración propia.

#### **Fase IV: Diseño de Rutas acentuado a la realidad de Indupalma Ltda.**

Una vez establecida la ruta ideal según la máxima cantidad de ahorro de distancia concadenando todos los predios respectivos para cada zona de cubrimiento, se debe acentuar la solución a la realidad de Indupalma, es decir tener en cuenta los factores que restringen el problema, lo que originara unas sub-rutas que dependen de la temporada de cosecha en la que se ubique.

Los criterios y restricciones que se utilizaron para la creación de las rutas acentuadas a la realidad de Indupalma son:

- ❖ El diseño de las rutas para las zona de cubrimiento establecidas es particular para cada una, ya que las características de los predios son propios en cada zona, es decir cada predio tiene una capacidad de producción o cosecha que depende del peso promedio del fruto y condiciones que se dan en el ambiente natural donde se desarrolla la palma.
- ❖ Se debe realizar dos diseños de ruteo en cada zona de cubrimiento, ya que las condiciones en temporada alta varían notablemente en la temporada baja, es decir las capacidades de producción disminuyen y la demanda o necesidades de fruto en la planta extractora se reducen según su nivel de producción.
- ❖ Para realizar el diseño se debe tener como insumo de información la capacidad de producción de cada predio en las dos temporadas a trabajar y las capacidades de los vehículos utilizados para el transporte de fruto desde los proyectos asociados a la empresa. Para ello se estableció trabajar con las capacidades de los vehículos administrados por Alrio (empresa filiar de Indupalma que maneja la logística de transporte en los predios propios), ya que sus vehículos tienen características similares a los ofrecidos por transportadores de la zona. Se fijan dos tipos capacidades a trabajar según el vehículo: 9Ton y 14Ton.  
Se debe resaltar que las capacidades de los vehículos se ajustan a la normativa del estado para el tránsito en vías principales.
- ❖ Realizar el diseño de la ruta implica buscar la combinación de transporte con la menor cantidad de vehículos posible, obedeciendo a las características del sector y zona geográfica al no poseer una amplia oferta de transportadores.

Teniendo en cuenta que la idea de Indupalma es que la flota de transporte para el cubrimiento de los proyectos asociados sea administrada por Alrio, que en el momento solo está en capacidad de hacer la cobertura de transporte con su flota de vehículos a los predios propios de su filial, se debe recurrir a la subcontratación del servicio de transporte por parte de

Alrio, lo que conlleva a un proceso de negociación donde las partes deben trabajar un gana-gana donde se establezcan tarifas, zonas, horarios y toda la logística que representa el hecho de hacer un contrato.

- ❖ Se debe aprovechar toda la capacidad de carga del vehículo a implementar en cada ruta, esto es concadenar la ruta con los predios que aseguren el cargue por lo menos del 90% de la capacidad total del vehículo.
- ❖ Al tener en cuenta el ahorro de distancias se debe tener en la mira la distancia mínima entre los predios que se concadenaran, que implicará directamente en los costos.
- ❖ Cada zona cubierta por el centro de acopio asignado, tendrán un número de rutas que originan su diseño en la ruta base desarrollada en la anterior fase.
- ❖ Cada ruta tiene un último predio que se debe cubrir, donde la carga del vehículo hasta ese punto es próxima o igual a la capacidad del vehículo; una vez se llega a este punto del diseño se decide dirigir la ruta por el camino de menor distancia al destino final (planta extractora designada). En otras palabras se debe tomar una decisión logística de direccionar la ruta por el camino más corto: (a) hasta el centro de acopio y luego a la planta extractora, o (b) directamente a la planta.
- ❖ Los predios con mayor producción de cada zona cubierta por los CA, enviaran su carga directamente a la planta extractora, disminuyendo el tiempo total de ciclo de producción y acercándose al justo a tiempo, que está relacionado con el punto de acidez del fruto de la palma.

Constituidos los criterios que se tendrán en cuenta para cada diseño propuesto en temporada alta y baja en las cinco zonas de cubrimiento propuestas, se procede a desarrollar esta metodología que dé como resultado la mejor combinación.

## Diseño de Rutas Finales para Planta Extractora Indupalma

### ❖ Diseño de ruta para Centro de Acopio Indupalma (CA-Indupalma)

Cada ruta tendrá como origen el centro de acopio designado y destino final la planta extractora, en este caso el origen y el destino final es el mismo, al ser la planta extractora el punto de acopio seleccionado.

### Diseño propuesto para Temporada Alta

A continuación se muestra los datos mostrados en orden descendente según el ahorro de distancia, desde el primer predio atendido hasta el último según el diseño base ya realizado.

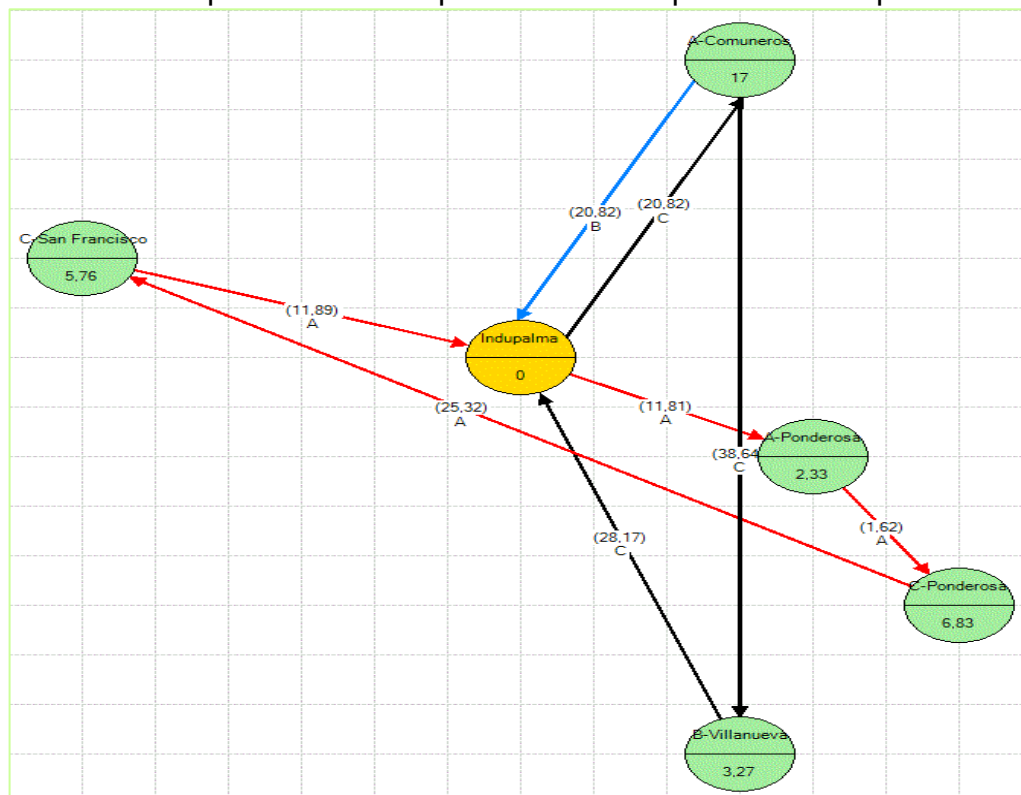
Tabla 53. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA Indupalma.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produ. Acumulada (Ton)	Comentario
Coopalmag	A - La Ponderosa	2,23	2,23	Se inicia el proceso agregando la producción del primer predio con el segundo el segundo, dando una carga total de 8,57 toneladas, para lo cual se podría enviar en un vehículo de 9Ton, pero como se establece hacer el diseño con el menor número de vehículos, se prueba con el tercer predio, siempre teniendo en cuenta que: <i>Combinación de Carga</i> $\leq$ <i>Capacidad de Vehículo</i>
Coopsabana	C - La Ponderosa	6,33	8,57	
Coopsabana	C - San Francisco	5,33	13,90	La unión de la producción de estos cumple la restricción, para lo cual, allí se forma una ruta, designada con la letra A.
Coopalmag	A - Los Comuneros	17,00	30,90	Este predio tiene la mayor producción de los cinco predios atendidos en esta zona de cubrimiento, para lo cual se determina enviar la cantidad de fruto que ocupe la capacidad de un vehículo de 14Ton, estableciéndose así la Ruta B.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produ. Acumulada (Ton)	Comentario
Coopalmares	B - Villa Nueva	3,27	34,18	La cantidad pendiente (3Ton) por recoger del Predio Los Comuneros, es pequeña para ser enviada en un vehículo lo que conllevaría a un desaprovechado de recursos. Se toma la decisión de enviar el fruto pendiente al siguiente predio, con la esta carga del Predio Los Comuneros y lo producido en el predio Villa Nueva se establece una Ruta C, con una carga total de 6,28 toneladas para lo cual se enviará un vehículo de 9Ton de carga.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 32. Propuesta de ruteo para el CA- Indupalma en Temporada Alta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Configuración de rutas para cobertura CA Indupalma. Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	CA- Indupalma		0,00	13,90	0,00	14,00	1,00
	A - La Ponderosa	2,23	2,23				
	C - La Ponderosa	6,33	6,33				
	C - San Francisco	5,33	5,33				
	CA-Indupalma						
<b>B</b>	CA- Indupalma		0,00	14,00	-3,00	14,00	1,00
	A - Los Comuneros	17,00	14,00				
	CA- Indupalma						
<b>C</b>	CA- Indupalma		0,00	6,28	0,00	9,00	1,00
	A - Los Comuneros	3,00	3,00				
	B - Villa Nueva	3,27	3,27				
	CA- Indupalma						
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>3,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

Cabe destacar que la sistematización de los datos se desarrolló con ayuda del programa Excel básicamente con las formulas y funciones allí establecidas, además de utilizar Visual Basic, al programarse el ordenamiento de los ahorros. Otra software manejado es la versión libre de Grafos, que permite la visualización de las rutas propuestas, en estas gráficas se presenta la producción de cada predio (nodo) y la distancia (km) entre predios o planta extractora según el diseño de la ruta propuesto, resaltando que la distancia entre nodos es la distancia real por carretera y no la distancia lineal.

## Diseño propuesto para Temporada Baja

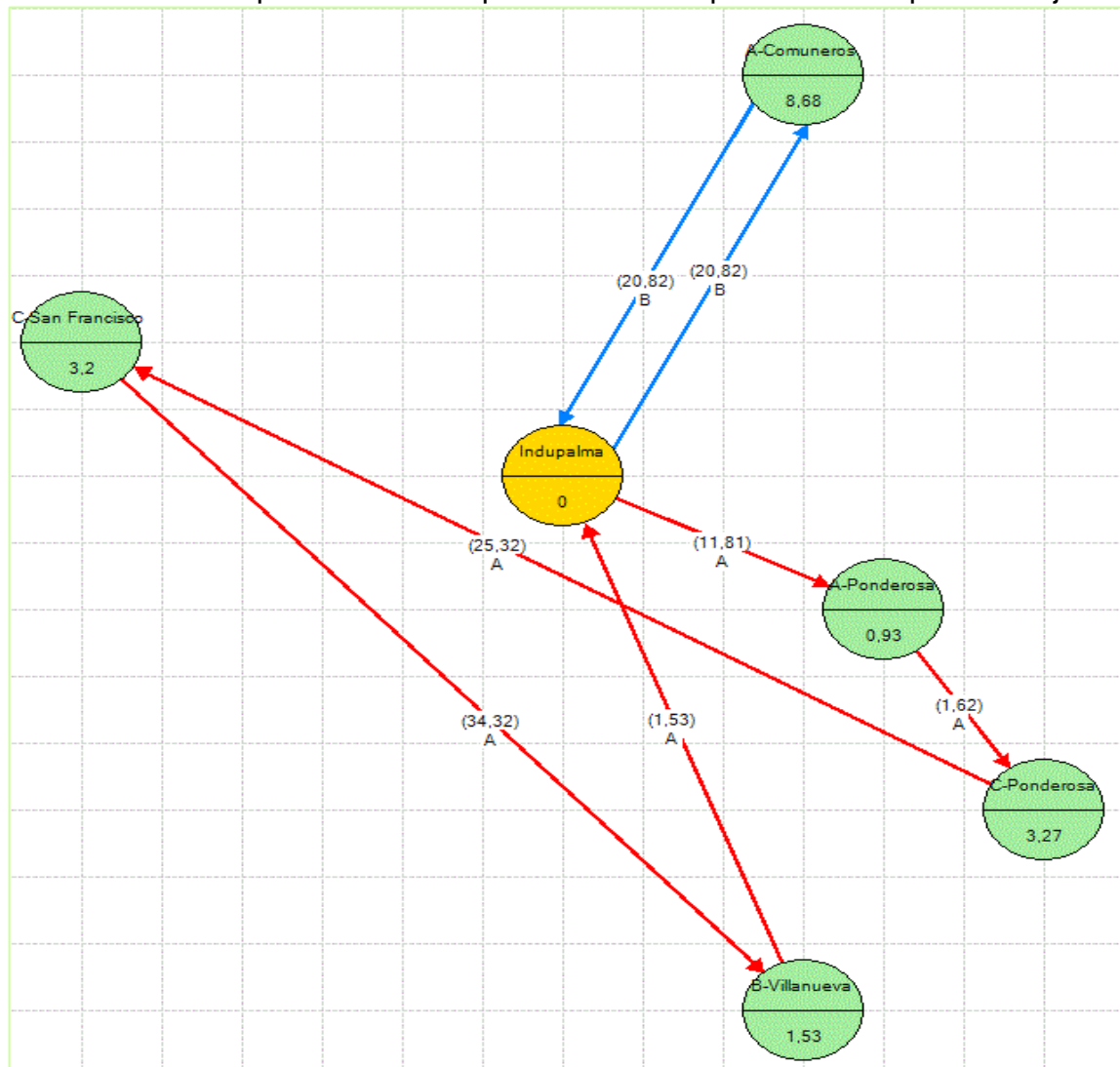
Tabla 55. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Indupalma.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc Acumulada (Ton)	Comentario
Coopalmag	A - La Ponderosa	0,93	0,93	En ese caso, la agrupación de la producción de estos tres predios dan como resultado 7,4Ton con lo que se enviaría un vehículo de 9Ton para recoger este fruto, pero dentro las decisiones logísticas se establece hacer el mejor aprovechamiento de los vehículos y su capacidad de cargue, por lo que se procede a hacer la combinación con la producción que permita utilizar al máximo la capacidad de este recurso. Si se agrega la producción del predio Los Comuneros, superaría la capacidad de los dos tipos de vehículos utilizados en el modelo, por lo que se procede a descartar esta posibilidad y hacer una combinación con el siguiente predio, Villanueva para la cual se cumple los requisitos establecidos. Es así como se propone la primera ruta, nombrada como Ruta A.
Coopsabana	C - La Ponderosa	3,27	4,20	
Coopsabana	C - San Francisco	3,20	7,40	
Coopalmag	A - Los Comuneros	8,68	16,08	
				Al establecerse como el predio de mayor producción en la zona de cubrimiento, el fruto cosechado se enviará directamente a la planta extractora, ya que cumple tanto la restricción de capacidad de vehículo y con el parámetro de hacer el mayor aprovechamiento de recursos, creándose así la Ruta B.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada (Ton)	Comentario
Coopalmares	B - Villa Nueva	1,53	17,62	Como se definió anteriormente, el fruto de este predio será asignado al vehículo perteneciente a la Ruta A.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 33. Propuesta de ruteo para el CA- Indupalma en Temporada Baja.



Fuente: Elaboración propia



Tabla 56. Configuración de rutas para cobertura CA Indupalma. Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	CA- Indupalma		0,00	8,93	0,00	9 Ton	1,00
	A - La Ponderosa	0,93	0,93				
	C - La Ponderosa	3,27	3,27				
	C - San Francisco	3,20	3,20				
	B - Villa Nueva	1,53	1,53				
	CA- Indupalma						
<b>B</b>	CA- Indupalma		0,00	8,68	0,00	9 Ton	1,00
	A - Los Comuneros	8,68	8,68				
	CA- Indupalma						
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>2,00</b>

❖ **Diseño de ruta para Centro de Acopio 2 (CA-2)**

**Diseño propuesto para Temporada Alta**

La zona de cubrimiento donde se ubicara el centro de acopio CA-2 tiene un gran número de predios, que origina diversas posibilidades para realizar el diseño de la ruta. Se originaron dos opciones de ruteo pero solo se seleccionó la que menor costo total de transporte posee, y es la que a continuación se describe.

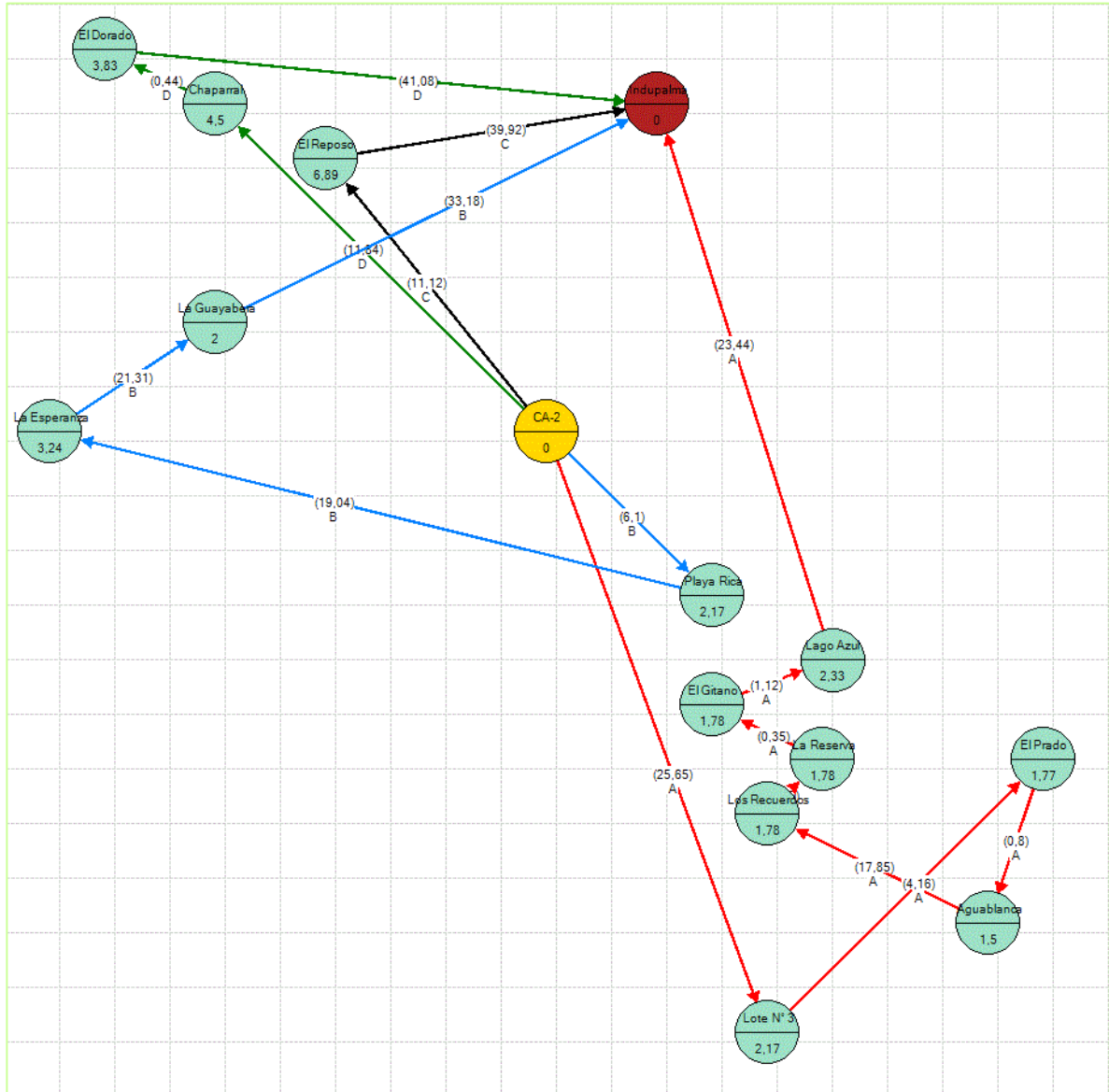
Tabla 57. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA-2.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada	Comentario
Coopsabana	C - Lote 3	2,17	2,17	La Ruta A fue creada concadenando los primeros siete predios que acumulan en total una carga de 13,11Ton, lo cual corresponde el envío de un vehículo con capacidad para transportar 14Ton, cumpliendo tanto la restricción como el criterio del mayor aprovechamiento de la flota a utilizar.
Coopalmares	B - Prado	1,77	3,94	
Coopsabana	C - Aguablanca	1,50	5,44	
Coopalmag	A - Los Recuerdos	1,78	7,21	
Coopalmag	A - La Reserva	1,78	8,99	
Coopalmag	A - Gitano	1,78	10,78	
Coopsabana	C - Lago Azul	2,33	13,11	

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada	Comentario
Coopsabana	C - Playa Rica	2,17	15,28	En la segunda ruta (B), se agruparon los tres predios siguientes con mayor ahorro, teniendo en cuenta la proximidad entre ellos, que la cantidad de producción cumpla con la restricción de capacidad del vehículo y la regla del mayor aprovechamiento. También se analizó que al unir la ruta con El Reposo, se cumple con la capacidad de carga, pero la distancia de este último arco genera un mayor costo.
Coopalmag	A - La Esperanza	3,24	18,51	
Coopsabana	C - La Guayabera	2,00	20,51	
Coopalmag	A - El Reposo, Buenos aires	6,89	27,40	Para este predio se realizó un tratamiento especial, ya que presenta la mayor producción entre los predios de la zona, pero es posible agrupar este fruto con el de otro predio cercano, para así tener un mejor aprovechamiento en el uso del vehículo. Teniendo en cuenta que este predio es vecino de los predios el Chaparral y El Dorado, se evalúa la posibilidad de unificar el envío, pero la suma de las tres producciones diaria es mayor a la capacidad del vehículo (14Ton), por lo que se decide enviar este fruto en un vehículo de 9Ton y hacer un aprovechamiento global para las últimas dos cargas a recoger.
Coopalmag	A - Chaparral,	4,50	31,91	Se envía un vehículo con capacidad de cargue de 9Ton.
Coopsabana	C - El Dorado	3,83	35,74	

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 34. Propuesta de ruteo para el CA- 2 en Temporada Alta.



Fuente: Elaboración propia.

Como ya se estableció la secuencia que se tuvo para armar la ruta en cada uno de los centros de acopio ya descritos según la temporada, en adelante se describirá de manera más resumida el proceso para las temporadas y centros de acopio faltantes.

Tabla 58. Configuración de rutas para cobertura CA - 2. Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	CA-2	0,00	0,00	13,11	0,00	14,00	1,00
	C - Lote No. 3	2,17	2,17				
	B - El Prado	1,77	1,77				
	C - Aguablanca	1,50	1,50				
	A - Los Recuerdos	1,78	1,78				
	A - La Reserva	1,78	1,78				
	A - El Gitano	1,78	1,78				
	C - Lago Azul	2,33	2,33				
	Indupalma	0,00	0,00				
<b>B</b>	CA-2	0,00	0,00	7,40	0,00	9,00	1,00
	C - Playa Rica	2,17	2,17				
	A - La Esperanza	3,24	3,24				
	C - La Guayabera	2,00	2,00				
		Indupalma	0,00		0,00		
<b>C</b>	CA-2	0,00	0,00	6,89	0,00	9,00	1,00
	A - El Reposo, Buenos aires	6,89	6,89				
		Indupalma	0,00		0,00		
<b>D</b>	CA-2	0,00	0,00	8,34	0,00	9,00	1,00
	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	4,50	4,50				
	C - El Dorado	3,83	3,83				
		Indupalma	0,00		0,00		
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>4,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

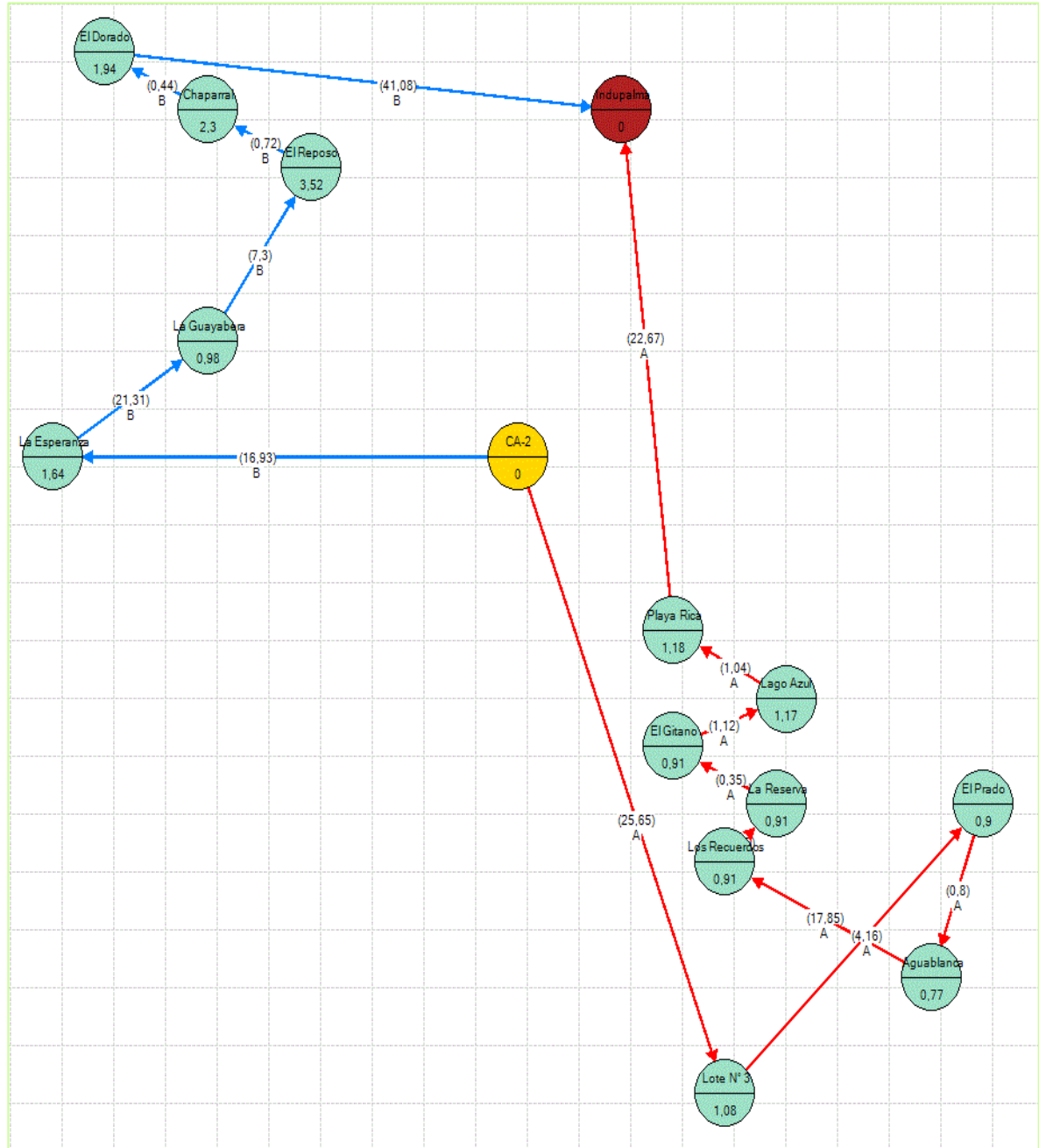
## Diseño propuesto para Temporada Baja

Tabla 59. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA – 2.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada (Ton)	Comentario
Coopsabana	C - Lote N° 3	1,08	1,08	Se diseñó la ruta A, agrupando los primeros 8 predios de la ruta base, ya que es la combinación que permite optimizar el uso del recurso de transporte, un vehículo de 9Ton, además de tener en cuenta que si se combina con el siguiente predio en la lista, no se cumpliría con la restricción de capacidad para un vehículo de 9Ton.
Coopalmares	B - El Prado	0,90	1,98	
Coopsabana	C- Aguablanca	0,77	2,75	
Coopalmag	A - Los Recuerdos	0,91	3,66	
Coopalmag	A - La Reserva	0,91	4,56	
Coopalmag	A - El Gitano	0,91	5,48	
Coopsabana	C - Lago Azul	1,17	6,64	
Coopsabana	C - Playa Rica	1,18	7,82	
Coopalmag	A - La Esperanza	1,64	9,46	Un vehículo de 14Ton será el encargado de cubrir la última trayectoria de la ruta base determinada
Coopsabana	C - La Guayabera	0,98	10,44	
Coopalmag	A - El Reposo, Buenos aires	3,52	13,96	
Coopalmag	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	2,30	16,26	
Coopsabana	C - El Dorado	1,94	18,20	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 35. Propuesta de ruteo para el CA- 2 en Temporada Baja



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60. Configuración de rutas para cobertura CA Indupalma. Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	CA-2	0,00	0,00	7,82	0,00	9,00	1,00
	C - Lote No. 3	1,08	1,08				
	B - El Prado	0,90	0,90				
	C - Aguablanca	0,77	0,77				
	A - Los Recuerdos	0,91	0,91				
	A - La Reserva	0,91	0,91				
	A - El Gitano	0,91	0,91				
	C - Lago Azul	1,17	1,17				
	C - Playa Rica	1,18	1,18				
	Indupalma	0,00	0,00				
<b>B</b>	CA-2	0,00	0,00	10,38	0,00	14,00	1,00
	A - La Esperanza	1,64	1,64				
	C - La Guayabera	0,98	0,98				
	A - El Reposo, Buenos aires	3,52	3,52				
	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	2,30	2,30				
	C - El Dorado	1,94	1,94				
	Indupalma	0,00	0,00				
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>2,00</b>

Fuente: Elaboración propia

## Diseño de Rutas Finales para Planta Extractora Oro Rojo

### ❖ Diseño de ruta para Centro de Acopio Oro Rojo (CA-Oro Rojo)

#### Diseño propuesto para Temporada Alta

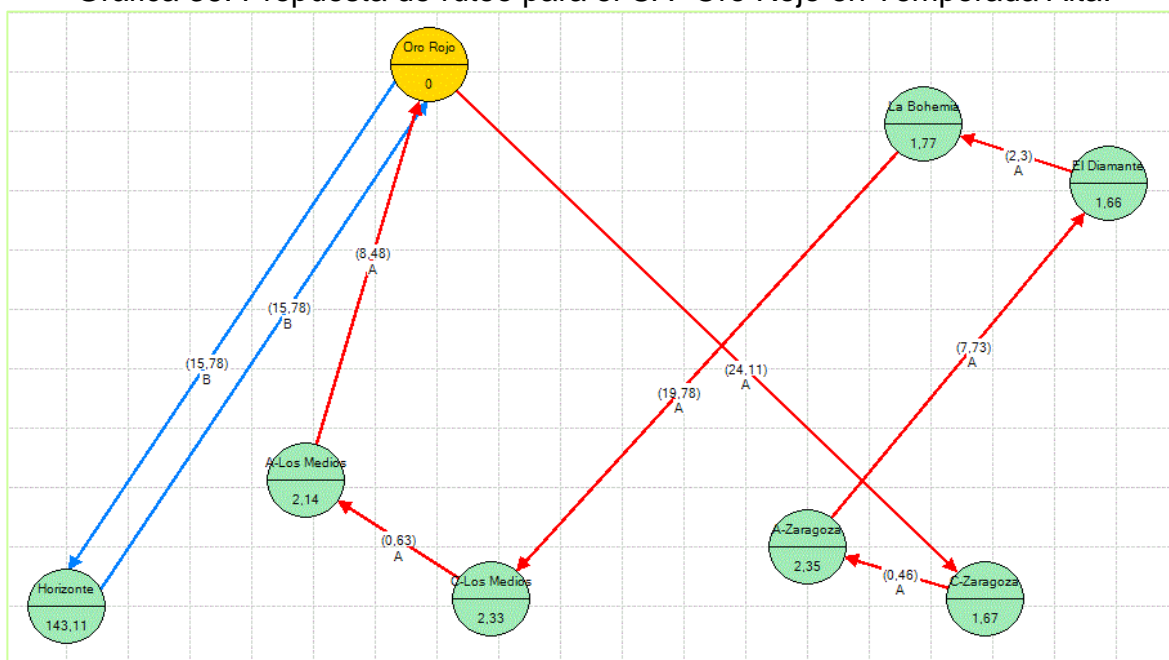
Tabla 61. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA Oro Rojo

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada (Ton)	Comentario
Coopsabana	C- La Zaragoza	1,67	1,67	Al acumular la producción diaria de los seis primeros predios de la ruta base, se genera la ruta A, a la cual se le asigna un vehículo de 14Ton para la recolección del fruto. Esta ruta hace la cobertura de la mayoría de los predios de esta zona de cubrimiento, en excepción del predio el horizonte.
Coopalmag	A- La Zaragoza	2,35	4,01	
Coopalmag	A - El Diamante	1,66	5,68	
Coopalmag	A - La Bohemia	1,77	7,45	
Coopsabana	C - Los Medios	2,33	9,78	
Coopalmag	A -Los Medios	2,14	11,92	
El Horizonte	E - Horizonte	143,11	155,03	Predio que contiene la mayor producción en esta zona de cubrimiento; se procede a hacer la combinación de los dos tipos de transporte para generar la mejor combinación para transportar la totalidad de la producción, es decir aquella con la que se utilice el menor número de vehículos y se aproveche al máximo la utilización de los mismos. La combinación lograda es: 9 Vehículos con capacidad de 14Ton, y 2 Vehículos de 14Ton de carga.

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 36. Propuesta de ruteo para el CA- Oro Rojo en Temporada Alta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62. Configuración de rutas para cobertura CA Oro Rojo. Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	CA - Oro Rojo	0,00	0,00	11,92	0,00	14,00	1,00
	C- La Zaragoza	1,67	1,67				
	A- La Zaragoza	2,35	2,35				
	A - El Diamante	1,66	1,66				
	A - La Bohemia	1,77	1,77				
	C - Los Medios	2,33	2,33				
	A -Los Medios	2,14	2,14				
<b>B</b>	CA - Oro Rojo	0,00	0,00	126,00	-17,11	14,00	9,00
	E - Horizonte	143,11	126,00				
	CA - Oro Rojo	0,00	0,00				
	E - Horizonte	17,11	17,11	17,11	0,00	9,00	2,00
	CA - Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>12,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

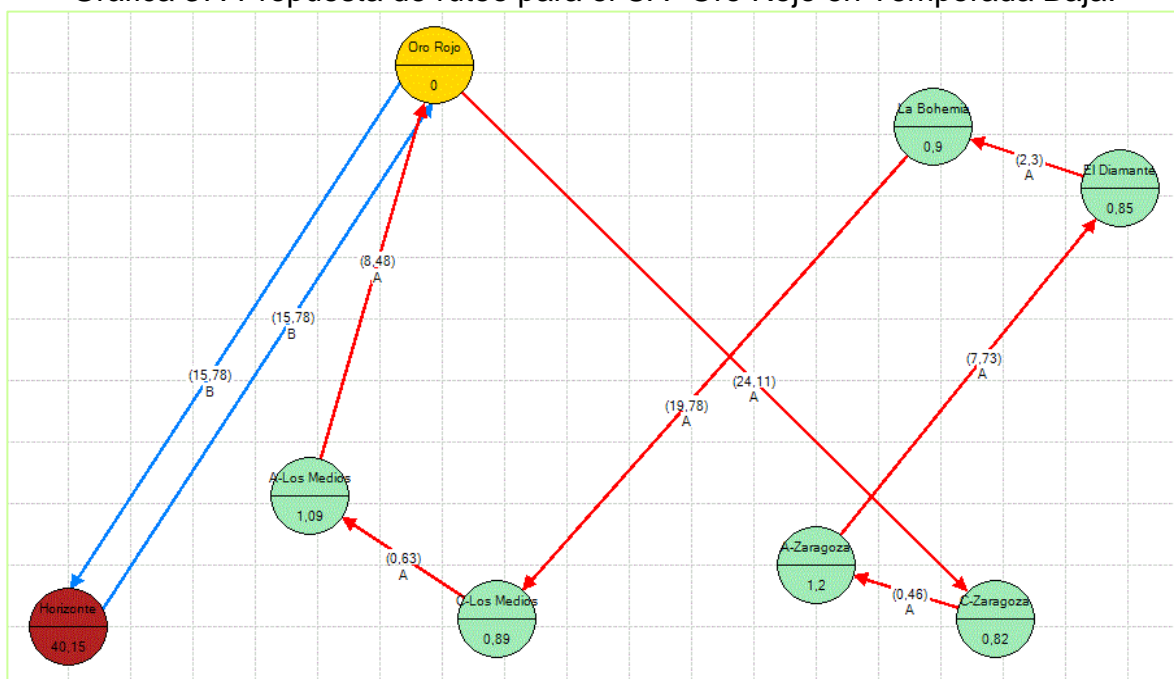
### Diseño propuesto para Temporada Baja

Tabla 63. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Oro Rojo.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada (Ton)	Comentario
Coopsabana	C- La Zaragoza	0,82	0,82	Al acumular la producción diaria de los seis primeros predios de la ruta base, se genera la ruta A, a la cual se le asigna un vehículo de 9Ton para la recolección del fruto. Esta ruta hace la cobertura de la mayoría de los predios de esta zona de cubrimiento, en excepción del predio el horizonte.
Coopalmag	A- La Zaragoza	1,20	2,02	
Coopalmag	A - El Diamante	0,85	2,87	
Coopalmag	A - La Bohemia	0,90	3,77	
Coopsabana	C - Los Medios	0,89	4,66	
Coopalmag	A -Los Medios	1,09	5,75	
El Horizonte	E - Horizonte	40,15	45,91	Predio que contiene la mayor producción en esta zona de cubrimiento; se procede a hacer la combinación de los dos tipos de transporte para generar la mejor combinación para transportar la totalidad de la producción, utilizando tres vehículos con capacidad de carga de 14Ton.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 37. Propuesta de ruteo para el CA- Oro Rojo en Temporada Baja.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64. Configuración de rutas para cobertura CA Oro Rojo. Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	CA - Oro Rojo	0,00	0,00	5,75	0,00	9,00	1,00
	C- La Zaragoza	0,82	0,82				
	A- La Zaragoza	1,20	1,20				
	A - El Diamante	0,85	0,85				
	A - La Bohemia	0,90	0,90				
	C - Los Medios	0,89	0,89				
	A -Los Medios	1,09	1,09				
	CA - Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>B</b>	CA - Oro Rojo	0,00	0,00	40,15	0,00	14,00	3,00
	E - Horizonte	40,15	40,15				
	CA - Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>4,00</b>

Fuente: Elaboración propia.

❖ **Diseño de ruta para Centro de Acopio Zona Sur (CA – Zona Sur)**

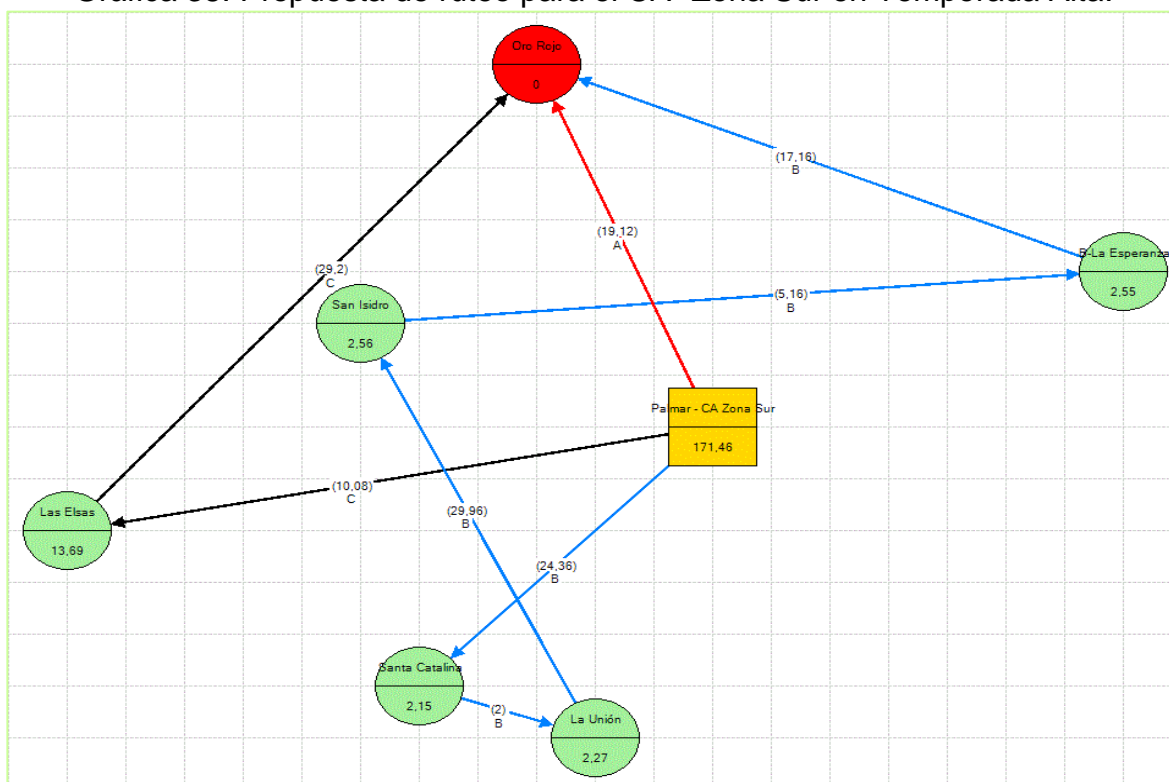
**Diseño propuesto para Temporada Alta**

Tabla 65. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Oro Rojo.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada	Comentario
El Palmar	F - Palmar - CA	171,46	171,46	En este caso, el centro de acopio resulta ser el predio con mayor producción de la zona analizada, se dispone el envío de la mayor cantidad de fruto, copando las capacidades máximas de los vehículos a hacer el recorrido, para ello se establece enviar 12 vehículos de 14 Ton, que realicen la recepción de 168Ton, la cantidad de fruto pendiente se decide enviar en la Ruta B.
Coopalmares	B - Santa Catalina	2,15	175,87	Este recorrido inicia con el fruto pendiente por recoger en el predio el Palmar, para luego dirigirse a los cuatro predios, y realizar un envío que complete la capacidad de un vehículo de 14Ton.
Coopalmag	A - La Unión	2,27	178,43	
Coopalmares	B - San Isidro	2,56	180,98	
Coopalmares	B - La Esperanza	2,55	9,53	
Las Elsas	H - Las Elsas	13,69	194,67	Este predio envía la totalidad de su cosecha en un vehículo de 14Ton

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 38. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Sur en Temporada Alta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Sur. Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	F - Palmar - CA	171,46	168,0	168,00	-3,46	14,00	12,00
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>B</b>	F - Palmar - CA	3,46	3,46	12,98	0,00	14,00	1,00
	B - Santa Catalina	2,15	2,15				
	A - La Unión	2,27	2,27				
	B - San Isidro	2,56	2,56				
	B - La Esperanza	2,55	2,55				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>C</b>	F - Palmar - CA	0,00	0,00	13,69	0,00	14,00	1,00
	H - Las Elsas	13,69	13,69				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>14</b>

Fuente: Elaboración propia

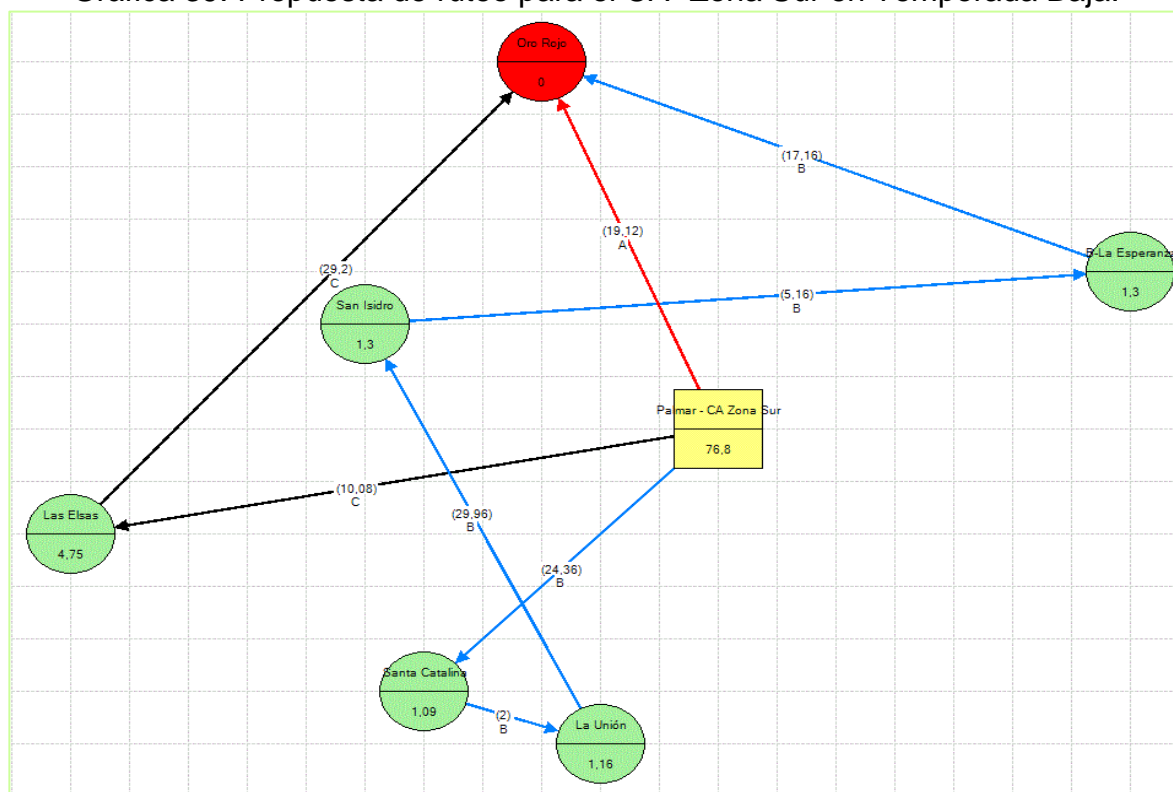
## Diseño propuesto para Temporada Baja

Tabla 67. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Oro Rojo.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada	Comentario
El Palmar	F - Palmar - CA	76,80	76,89	Se dispone el envío de la mayor cantidad de fruto, copando las capacidades máximas de los vehículos a hacer el recorrido, para ello se establece enviar 5 vehículos de 14 Ton, que realicen la recepción de 70Ton, la cantidad de fruto pendiente se decide enviar en la Ruta B.
Coopalmares	B - Santa Catalina	1,09	77,89	Este recorrido inicia con el fruto pendiente por recoger en el predio el Palmar, para luego dirigirse a los cuatro predios, y realizar un envío que complete la capacidad de un vehículo de 14Ton.
Coopalmag	A - La Unión	1,16	79,05	
Coopalmares	B - San Isidro	1,30	80,35	
Coopalmares	B - La Esperanza	1,30	81,65	
Las Elsas	H - Las Elsas	4,75	86,40	Este predio envía la totalidad de su cosecha en un vehículo de 9Ton, resaltando que solo se aprovechara el 50% de la capacidad de carga del vehículo.

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 39. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Sur en Temporada Baja.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Sur. Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	F - Palmar - CA	76,80	70,00	70,00	-6,80	14,00	5,00
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>B</b>	F - Palmar - CA	6,80	6,80	11,65	0,00	14,00	1,00
	B - Santa Catalina	1,09	1,09				
	A - La Unión	1,16	1,16				
	B - San Isidro	1,30	1,30				
	B - La Esperanza	1,30	1,30				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>C</b>	F - Palmar - CA	0,00	0,00	4,75	0,00	9,00	1,00
	H - Las Elsas	4,75	4,75				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>7</b>

Fuente: Elaboración propia.

❖ **Diseño de ruta para Centro de Acopio Zona Norte (CA – Zona Norte)**

**Diseño propuesto para Temporada Alta**

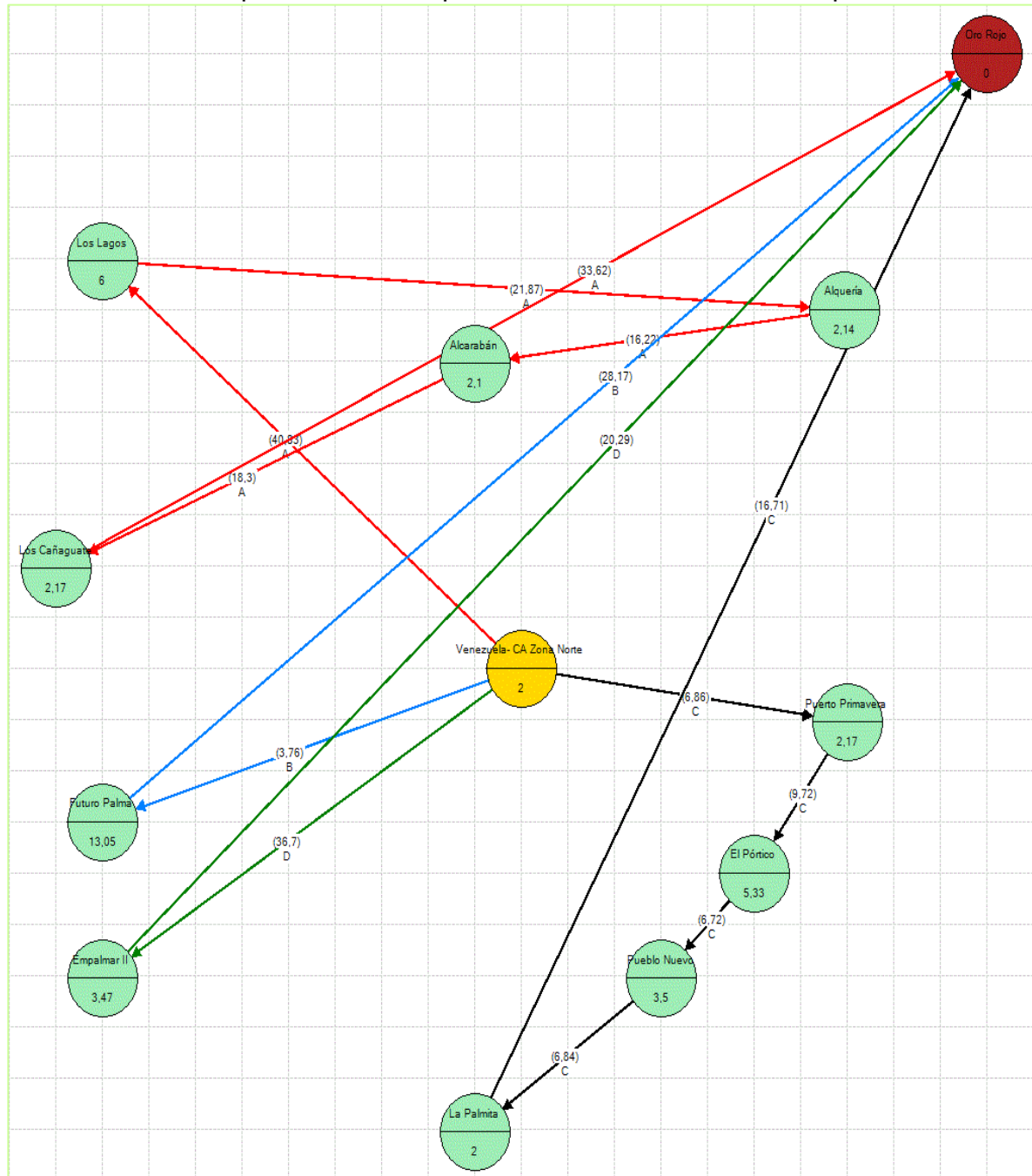
Tabla 69. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Alta en CA Zona Norte.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada	Comentario
Coopsabana	C - Los Lagos	6,00	6,00	Se hace el agrupamiento de los primeros cuatro predios, que completan 12,41Ton, enviándose en un vehículo de capacidad 14Ton, para la ruta designada como A.
Coopalmag	A - La Alquería	2,14	8,14	
Coopsabana	C - Alcaraván	2,10	10,24	
Coopsabana	C - Los Cañaguat	2,17	12,41	
El Futuro de la palma	D - El futuro de la palma	13,05	25,46	Como se estableció en los criterios para la construcción de las rutas, este predio enviará su carga directamente a la planta, en un vehículo de 14Ton, RutaB
Coopsabana	C - Puerto Primavera	2,17	27,63	Para armar la ruta C, se concadenaron los predios que sumaran la mayor cantidad de producción y que cumpliera con la restricción de que está fuese menor o igual a la capacidad del vehículo. Se envía un transporte de 14Ton.
Coopsabana	C - El Pórtico	5,33	32,96	
Coopalmares	B - Pueblo Nuevo	3,50	36,46	
Coopalmares	B - La palmita	2,00	38,46	
Empalmar II	G - Empalmar II	3,47	41,93	Esta última ruta (D), se envían la producción originaria del centro de acopio, del predio de La Venezuela y se une con la producción del predio Empalmar II, utilizando un vehículo de 9Ton
Coopsabana	C - La Venezuela - CA Sur	2,00	43,93	

Fuente: Elaboración propia.



Gráfica 40. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Norte en Temporada Alta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Norte. Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	C - La Venezuela - CA Sur	2,00	0,00	12,41	2,00	14,00	1,00
	C - Los Lagos	6,00	6,00				
	A - La Alquería	2,14	2,14				
	C - Alcaraván	2,10	2,10				
	C - Los Cañaguat	2,17	2,17				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>B</b>	C - La Venezuela - CA Sur	2,00	0,00	13,05	2,00	14,00	1,00
	D - El futuro de la palma	13,05	13,05				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>C</b>	C - La Venezuela - CA Sur	2,00	0,00	13,00	2,00	14,00	1,00
	C - Puerto Primavera	2,17	2,17				
	C - El Pórtico	5,33	5,33				
	B - Pueblo Nuevo	3,50	3,50				
	B - La palmita	2,00	2,00				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>D</b>	C - La Venezuela - CA Sur	2,00	2,00	5,47	0,00	9,00	1,00
	G - Empalmar II	3,47	3,47				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>4</b>

Fuente: Elaboración propia.

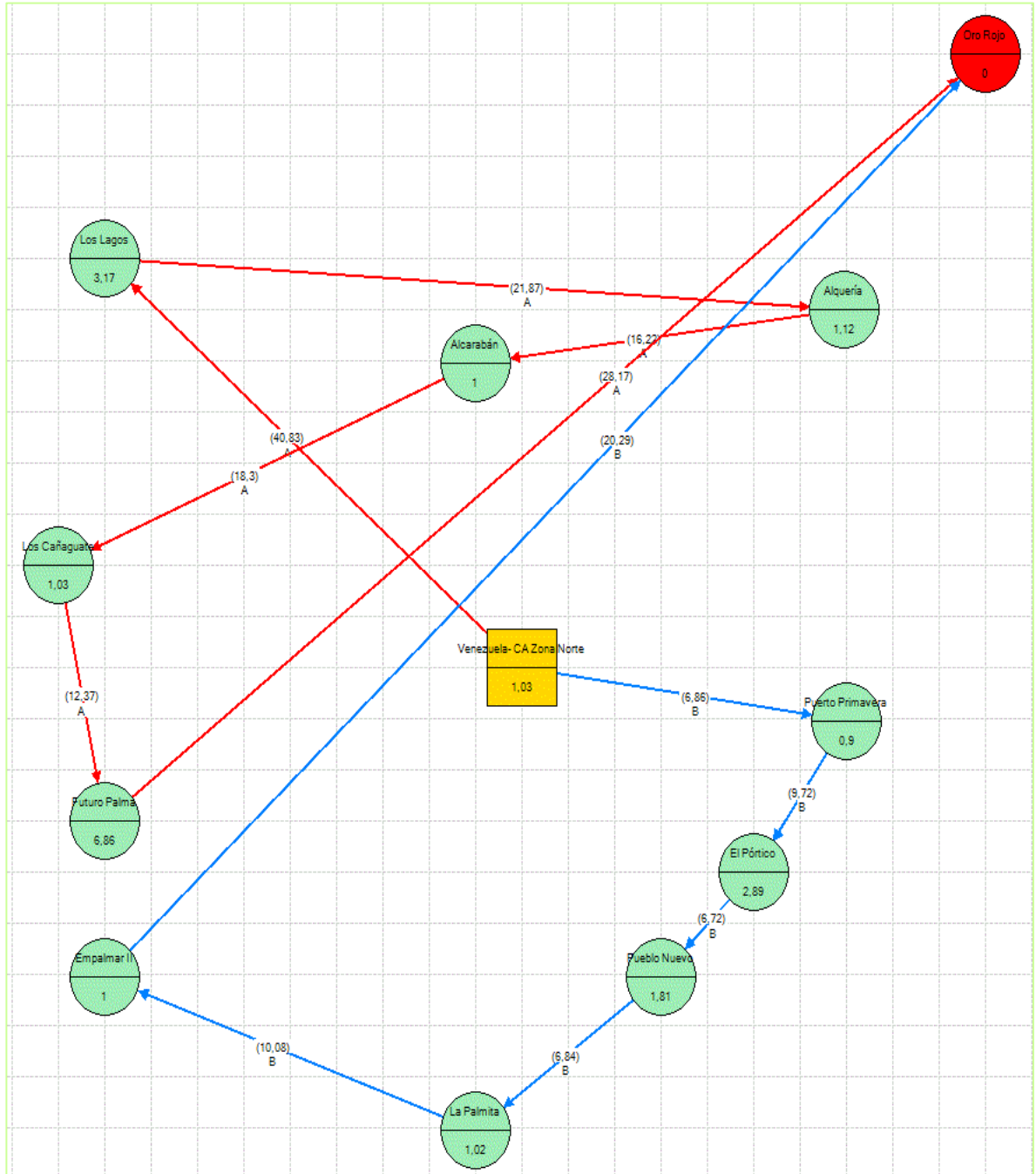
## Diseño propuesto para Temporada Baja

Tabla 71. Proceso de Diseño de Ruta para Temporada Baja en CA Zona Norte.

Proyecto	Predio	Produc. (Ton)	Produc. Acumulada	Comentario
Coopsabana	C - Los Lagos	3,17	3,17	Se hace el agrupamiento de los primeros cinco predios, incluyendo el predio de mayor producción de la zona de cubrimiento tratada, que complementan 13,17Ton, enviándose en un vehículo de capacidad 14Ton, para la ruta designada como A.
Coopalmag	A - La Alquería	1,12	4,29	
Coopsabana	C - Alcaraván	1,00	5,29	
Coopsabana	C - Los Cañaguat	1,03	6,31	
El Futuro de la palma	D - El futuro de la palma	6,86	13,17	
Coopsabana	C - Puerto Primavera	0,90	14,07	Esta última ruta (C), diseñada para tender la oferta de esta zona, originaria su envío desde el centro de acopio, del predio de La Venezuela y se une con la producción de cinco predios más completando 8,65Ton, para lo cual se remitirá un vehículo de 9Ton.
Coopsabana	C - El Pórtico	2,89	16,95	
Coopalmares	B - Pueblo Nuevo	1,81	18,77	
Coopalmares	B - La palmita	1,02	19,79	
Empalmar II	G - Empalmar II	1,00	20,78	
Coopsabana	C - La Venezuela - CA Sur	1,03	21,82	

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 41. Propuesta de ruteo para el CA- Zona Norte en Temporada Alta.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72. Configuración de rutas para cobertura CA Zona Norte. Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Producción (Ton/día)	Carga Recogida (Ton)	Carga Total (Ton)	Carga pendiente	Capacidad de Vehículo	Cantidad de Vehículo
<b>A</b>	C - La Venezuela - CA Sur	1,03	0,00	13,17	1,03	14,00	1,00
	C - Los Lagos	3,17	3,17				
	A - La Alquería	1,12	1,12				
	C - Alcaraván	1,00	1,00				
	C - Los Cañaguat	1,03	1,03				
	D - El futuro de la palma	6,86	6,86				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>B</b>	C - La Venezuela - CA Sur	1,03	1,03	8,65	0,00	9,00	1,00
	C - Puerto Primavera	0,90	0,90				
	C - El Pórtico	2,89	2,89				
	B - Pueblo Nuevo	1,81	1,81				
	B - La palmita	1,02	1,02				
	G - Empalmar II	1,00	1,00				
	Oro Rojo	0,00	0,00				
<b>TOTAL CANTIDAD VEHÍCULOS</b>							<b>2</b>

Fuente: Elaboración propia.

(Ver Anexo 8 Análisis de Datos Red Logística.xls, del CD-ROM adjunto al presente trabajo).

## 7.5 SIMULACIÓN LA RED LOGÍSTICA DE ACUERDO AL COMPORTAMIENTO DE LOS FACTORES.

### 7.5.1 Resumen de datos obtenidos al diseñar las rutas propuestas.

En el momento de desarrollar y diseñar el rutero de cada zona de cubrimiento de los centros de acopio, se calcularon ciertas variables importantes para determinar la implementación modelo de red logística propuesto.

Estas variables son relevantes para realizar la simulación de la red logística, pues se convierten en el input de información para programar los ruterios en cada zona. Algunas de estas variables son la cantidad de vehículos a requerir, los tiempos de recorrido en cada una de las rutas asignadas al CA correspondiente, y las distancias totales recorridas en cada una de las rutas, la velocidad promedio de los vehículos, el tiempo de cargue, entre otras.

#### **Tiempo promedio en el proceso de alce por cada tonelada recolectada, Alce manual en Camiones (Capacidad de carga de Vehículo 9 -14 Ton):**

En promedio el tiempo en cargar una tonelada para un camión (capacidad 11-13 ton) es 10,38 minutos<sup>34</sup> o 0,17 horas, además se poseen datos de las actividades concernientes al proceso de alce manual, la cual fue referenciada de un estudio realizado en una empresa de condiciones similares a las de Indupalma, que se asienta en el departamento del Cesar.

Tabla 73. Tiempo promedio de las actividades del proceso de alce manual, según el tipo de transporte por cada tonelada recolectada.

Tipo de transporte	Actividad	Promedio (seg)	Desviación Estándar
Camión	Tiempo preparar carga	16,21	8,43
	Tiempo en cargar pila de racimos	229,65	70,21
	Tiempo en recoger fruto del suelo	63,50	34,12

Fuente: Armando López Arias. Evaluación de tres sistemas de transporte interno de fruta en Palmas Montecarlo S.A.

**Velocidad de Flota de Transporte:** se contara con dos velocidades que varían dependiendo del tipo de carretera (principal o secundaria) y del estado de la carretera, que se categoriza en Bueno, Regular y Malo. Se define que si transita por una vía principal o por una vía secundaria cuyo estado de la vía se clasifica en

<sup>34</sup> LOPEZ, Armando. Evaluación de tres sistemas de transporte interno de fruta en Palmas Montecarlo S.A. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía, 2009. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/2726/1/armandolopezarias.2009.pdf>> [Consultado: 19 de abril de 2013]

Bueno, el vehículo transitara a 30kpm\* (500mpm), de suceder lo contrario, es decir, en carreteras secundarias de regular o mal estado, el vehículo circulará a 21kph (350 mpm).

Al establecer estos valores de estas variables, se procede a realizar cálculos con ayuda del software Excel y las funciones del mismo, que dan como resultado la siguiente tabla resumen.

Ruta (Secuencia de Ruteo): Corresponde al orden de la trayectoria de la ruta, partiendo de un origen *i* a un destino *j*. Ejemplo: CA-Indupalma (origen *i*) – A-Ponderosa, (destino *j*).

Estado de Vía: Corresponde a la categorización que realiza el departamento de infraestructura de Indupalma a la malla vial por donde transitan los vehículos de carga.

Tiempo de Cargue: Calculado a partir del tiempo promedio en realizar el alce manual de una tonelada, multiplicado por el número de toneladas a recoger en el respectivo predio.

Tiempo de Trayectoria: Este tiempo está condicionado según el estado en que la vía se encuentre así: Si el estado de la vía del predio analizado es bueno, se realiza el cálculo dividiendo la distancia *ij* (es decir del anterior nodo al nodo en que se realiza el cálculo) entre la velocidad del vehículo en condiciones como si transitara en una vía principal (30kph), de no cumplirse esta condición la distancia *ij* será dividida en la velocidad correspondiente a vías secundarias (21kph)

Tiempo de Recorrido: Corresponde al cálculo de Tiempo de Cargue + Tiempo de trayectoria de *i* a *j*.

Para ver el procedimiento detalladamente diríjase al archivo de Excel que encontrara en el CD-ROM adjunto (*Ver Anexo 6. Análisis de Datos Red Logística, CD-ROM adjunto*).

---

\* La sigla Kph, corresponde a la expresión kilómetros por hora, y mpm, a metros por minuto.

## RESUMEN DE DISEÑO PARA TEMPORADA ALTA

Tabla 74. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Alta.

Planta extractora Indupalma										
Centro de Acopio CA- Indupalma										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
<b>A</b>	CA- Indupalma	1		B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	A - La Ponderosa			M	0,39	0,39	0,56	0,95	0,95	11,81
	C - La Ponderosa			R	1,10	1,48	0,08	1,17	2,12	1,62
	C - San Francisco			R	0,92	2,40	1,21	2,13	4,25	25,33
	CA-Indupalma			B	0,00	<b>2,40</b>	0,40	<b>0,40</b>	<b>4,65</b>	11,89
<b>B</b>	CA- Indupalma	1		B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	A - Los Comuneros			R	2,42	2,42	0,99	3,41	3,41	20,82
	CA- Indupalma			B	0,00	<b>2,42</b>	0,69	<b>0,69</b>	<b>4,11</b>	20,82
<b>C</b>	CA- Indupalma		1	B	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	A - Los Comuneros			R	0,52	0,52	0,99	1,51	1,51	20,82
	B - Villa Nueva			R	0,57	1,09	1,84	2,41	3,92	38,64
	CA- Indupalma			B	0,00	<b>1,09</b>	0,94	<b>0,94</b>	<b>4,86</b>	28,17
<b>Total</b>		<b>2</b>	<b>1</b>			<b>5,91</b>	<b>7,70</b>		<b>13,61</b>	

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 75. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio 2 en Temporada Alta.

Planta extractora Indupalma										
Centro de Acopio CA- 2										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
<b>A</b>	CA-2	1		R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C - Lote No. 3			M	0,37	0,37	1,22	1,60	1,60	25,65
	B - El Prado			M	0,31	0,68	0,20	0,50	2,10	4,17
	C - Aguablanca			M	0,26	0,94	0,04	0,30	2,40	0,81
	A - Los Recuerdos			M	0,31	1,25	0,85	1,16	3,56	17,85
	A - La Reserva			B	0,31	1,56	0,02	0,32	3,88	0,50
	A - El Gitano			M	0,31	1,86	0,02	0,33	4,21	0,35
	C - Lago Azul			M	0,40	2,27	0,05	0,46	4,66	1,12
	Indupalma			B	0,00	2,27	0,78	0,78	5,44	23,44
<b>B</b>	CA-2		1	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C - Playa Rica			M	0,37	0,37	0,29	0,67	0,67	6,10
	A - La Esperanza			M	0,56	0,93	0,91	1,47	2,13	19,04
	C - La Guayabera			M	0,35	1,28	1,01	1,36	3,49	21,31
	Indupalma			B	0,00	1,28	1,11	1,11	4,60	33,18
<b>C</b>	CA-2		1	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	A - El Reposo, Buenos aires			M	1,19	1,19	0,53	1,72	1,72	11,12
	Indupalma			B	0,00	1,19	1,33	1,33	3,05	39,92

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
<b>D</b>	CA-2		1	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza			M	0,78	0,78	0,56	1,34	1,34	11,84
	C - El Dorado			M	0,66	1,44	0,02	0,68	2,03	0,44
	Indupalma			B	0,00	1,44	1,37	1,37	3,40	41,08
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>3</b>			<b>6,18</b>	<b>10,41</b>		<b>16,49</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Para la planta extractora de San Alberto (Indupalma) se requieren 4 vehículos de 14 toneladas y 4 con capacidad de carga de 9 Ton en temporada Alta para suplir los requerimientos de recolección de fruto, esto todo diseñado para la muestra de predios tomada para desarrollar el presente trabajo.

Unificando todo el sistema, para abastecer la planta de Indupalma en temporada alta se necesitaran como máximo 18 vehículos de capacidad de carga 14Ton y 10 con capacidad de 9Ton, cantidad que hará el cubrimiento de las dos zonas creadas.

Tabla 76. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Alta.

Planta extractora Oro Rojo										
Centro de Acopio CA- Oro Rojo										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
<b>A</b>	CA - Oro Rojo	1		B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C- La Zaragoza			R	0,29	0,29	1,15	1,44	1,44	24,11
	A- La Zaragoza			R	0,41	0,69	0,02	0,43	1,86	0,46
	A - El Diamante			B	0,29	0,98	0,26	0,55	2,41	7,73
	A - La Bohemia			B	0,31	1,29	0,08	0,38	2,79	2,30
	C - Los Medios			B	0,40	1,69	0,66	1,06	3,86	19,78
	A -Los Medios			B	0,37	2,06	0,02	0,39	4,25	0,63
	CA - Oro Rojo			B	0,00	2,06	0,28	0,28	4,53	8,48
<b>B1</b>	CA - Oro Rojo	9		B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	E - Horizonte			B	21,80	21,80	0,53	22,32	22,32	15,78
	CA - Oro Rojo			B	0,00	21,80	0,53	0,53	22,85	15,78
<b>B2</b>	CA - Oro Rojo		2	B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	E - Horizonte			B	2,96	2,96	0,53	3,49	3,49	15,78
	CA - Oro Rojo			B	0,00	2,96	0,53	0,53	4,01	15,78
<b>Total</b>		<b>10</b>	<b>2</b>			<b>26,82</b>	<b>4,57</b>		<b>31,39</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 77. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Alta.

Planta extractora Oro Rojo										
Centro de Acopio CA- Zona Sur										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
A	F - Palmar - CA	12		R	29,06	29,06	0,00	29,06	29,06	0,00
	Oro Rojo			B	0,00	29,06	0,64	0,64	29,70	19,12
B	F - Palmar - CA	1		R	0,60	0,60	0,00	0,60	0,60	0,00
	B - Santa Catalina			B	0,37	0,97	0,81	1,18	1,78	24,36
	A - La Unión			B	0,39	1,36	0,07	0,46	2,24	2,00
	B - San Isidro			B	0,44	1,80	1,00	1,44	3,68	29,96
	B - La Esperanza			B	0,44	2,25	0,17	0,61	4,30	5,16
	Oro Rojo			B	0,00	2,25	0,57	0,57	4,87	17,16
C	F - Palmar - CA	1		R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	H - Las Elsas			R	2,37	2,37	0,48	2,85	2,85	10,08
	Oro Rojo			B	0,00	2,37	0,97	0,97	3,82	29,20
<b>Total</b>		<b>14</b>	<b>0</b>			<b>33,68</b>	<b>4,71</b>		<b>38,39</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Alta.

Planta extractora Oro Rojo										
Centro de Acopio CA- Zona Norte										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
<b>A</b>	C - La Venezuela - CA Sur	1		M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C - Los Lagos			M	1,04	1,04	1,94	2,98	2,98	40,83
	A - La Alquería			B	0,37	1,41	0,73	1,10	4,08	21,87
	C - Alcaraván			M	0,36	1,77	0,77	1,14	5,22	16,22
	C - Los Cañaguate			M	0,37	2,15	0,87	1,25	6,46	18,30
	Oro Rojo			B	0,00	2,15	1,12	1,12	7,58	33,62
<b>B</b>	C - La Venezuela - CA Sur	1		M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	D - El futuro de la palma			M	2,26	2,26	0,18	2,44	2,44	3,76
	Oro Rojo			B	0,00	2,26	0,94	0,94	3,38	28,17
<b>C</b>	C - Venezuela-CA Sur	1		M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C - Puerto Primavera			M	0,37	0,37	0,33	0,70	0,70	6,86
	C - El Pórtico			M	0,92	1,30	1,08	2,00	2,70	22,65
	B - Pueblo Nuevo			M	0,61	1,90	0,46	1,07	3,77	9,72
	B - La palmita			M	0,35	2,25	0,33	0,67	4,44	6,84
	Oro Rojo			B	0,00	2,25	0,56	0,56	5,00	16,71

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
D	C - La Venezuela - CA Sur		1	M	0,35	0,35	0,00	0,35	0,35	0,00
	G - Empalmar II			M	0,60	0,95	1,75	2,35	2,69	36,70
	Oro Rojo			B	0,00	0,95	0,68	0,68	3,37	20,29
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>1</b>			<b>7,60</b>	<b>11,73</b>		<b>19,33</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Para hacer todo el cubrimiento de recolección de fruto en los predios seleccionados en la muestra que llevan su fruto cosechado a la planta extractora de Sabana de Torres (Oro Rojo) se requieren 14 vehículos de 14 toneladas y 6 con capacidad de carga de 9 Ton, en temporada Alta.

## RESUMEN DE DISEÑO PARA TEMPORADA BAJA

Tabla 79. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Baja.

Planta extractora Indupalma										
Centro de Acopio CA- Indupalma										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
<b>A</b>	CA- Indupalma		1	B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	A - La Ponderosa			M	0,16	0,16	0,56	0,72	0,72	11,81
	C - La Ponderosa			R	0,57	0,57	0,08	0,64	1,37	1,62
	C - San Francisco			R	0,55	1,12	1,21	1,76	3,13	25,33
	B - Villa Nueva			R	0,27	0,27	1,63	1,90	5,03	34,32
<b>B</b>	CA- Indupalma		1	B	0,00	0,27	0,94	0,94	5,96	28,17
	A - Los Comuneros			B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	CA- Indupalma			R	1,50	1,50	0,99	2,49	2,49	20,82
<b>Total</b>		<b>0</b>	<b>2</b>			<b>3,05</b>	<b>6,10</b>		<b>9,15</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 80. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio 2 en Temporada Baja.

Planta extractora Indupalma										
Centro de Acopio CA- 2										
Ruta	Ruta Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Via	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total acumulado (h)	Distancia ij (Km)
A	CA-2	1	1	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C - Lote No. 3			M	0,19	0,19	1,22	1,41	1,41	25,65
	B - El Prado			M	0,16	0,34	0,20	0,35	1,76	4,17
	C - Aguablanca			M	0,13	0,48	0,04	0,17	1,93	0,81
	A - Los Recuerdos			M	0,16	0,63	0,85	1,01	2,94	17,85
	A - La Reserva			B	0,16	0,79	0,02	0,17	3,11	0,50
	A - El Gitano			M	0,16	0,95	0,02	0,17	3,29	0,35
	C - Lago Azul			M	0,20	1,15	0,05	0,26	3,54	1,12
	C - Playa Rica			M	0,20	1,35	0,05	0,25	3,80	1,04
	Indupalma			B	0,00	1,35	0,76	0,76	4,30	22,67
B	CA-2	1	1	R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	A - La Esperanza			M	0,28	0,28	0,81	1,09	1,09	16,93
	C - La Guayabera			M	0,17	0,45	1,01	1,18	2,27	21,31
	A - El Reposo			M	0,61	1,06	0,37	0,98	3,26	7,86
	A - Chaparral			M	0,40	1,46	0,03	0,43	3,69	0,72
	C - El Dorado			M	0,34	1,80	0,02	0,36	4,05	0,44
	Indupalma			B	0,00	1,80	1,37	1,37	5,42	41,08
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>1</b>			<b>3,15</b>	<b>6,82</b>		<b>9,72</b>	

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 81. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Baja.

Planta extractora Oro Rojo										
Centro de Acopio CA- Oro Rojo										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
<b>A</b>	CA - Oro Rojo		1	B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C- La Zaragoza			R	0,14	0,14	1,15	1,29	1,29	24,11
	A- La Zaragoza			R	0,21	0,35	0,02	0,23	1,52	0,46
	A - El Diamante			B	0,15	0,50	0,26	0,40	1,92	7,73
	A - La Bohemia			B	0,16	0,65	0,08	0,23	2,16	2,30
	C - Los Medios			B	0,15	0,81	0,66	0,81	2,97	19,78
	A -Los Medios			B	0,19	1,00	0,02	0,21	3,18	0,63
	CA - Oro Rojo			B	0,00	1,00	0,28	0,28	3,46	8,48
<b>B</b>	CA - Oro Rojo	3		B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	E - Horizonte			B	6,95	6,95	0,53	7,47	7,47	15,78
	CA - Oro Rojo			B	0,00	6,95	0,53	0,53	8,00	15,78
<b>Total</b>		<b>3</b>	<b>1</b>			<b>7,94</b>	<b>3,52</b>		<b>11,41</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Baja

Planta extractora Oro Rojo										
Centro de Acopio CA- Zona Sur										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
A	F - Palmar - CA	5		R	12,11	12,11	0,00	12,11	12,11	0,00
	Oro Rojo			B	0,00	12,11	0,64	0,64	12,75	19,12
B	F - Palmar - CA	1		R	1,18	1,18	0,00	1,18	1,18	0,00
	B - Santa Catalina			B	0,19	1,37	0,81	1,00	2,18	24,36
	A - La Unión			B	0,20	1,57	0,07	0,27	2,44	2,00
	B - San Isidro			B	0,23	1,79	1,00	1,22	3,67	29,96
	B - La Esperanza			B	0,22	2,02	0,17	0,40	4,07	5,16
	Oro Rojo			B	0,00	2,02	0,57	0,57	4,64	17,16
C	F - Palmar - CA	1		R	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	H - Las Elsas			R	0,82	0,82	0,48	1,30	1,30	10,08
	Oro Rojo			B	0,00	0,82	0,97	0,97	2,27	29,20
<b>Total</b>		<b>7</b>	<b>0</b>			<b>14,95</b>	<b>4,71</b>		<b>19,66</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83. Resumen de Diseño Logístico para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Baja.

Planta extractora Oro Rojo										
Centro de Acopio CA- Zona Norte										
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	N° Vehículos 14Ton	N° Vehículos 9Ton	Estado de Vía	Tiempo de Cargue (h)	Tiempo Cargue Acumulado (h)	Tiempo de Trayectoria ij (h)	Tiempo de Recorrido (h)	Tiempo Total Acumulado (h)	Distancia ij (Km)
A	C - La Venezuela - CA Sur	1		M	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	C - Los Lagos			M	0,55	0,55	1,94	2,49	2,49	40,83
	A - La Alquería			B	0,19	0,74	0,73	0,92	3,41	21,87
	C - Alcaraván			M	0,17	0,91	0,77	0,95	4,36	16,22
	C - Los Cañaguat			M	0,18	1,09	0,87	1,05	5,41	18,30
	D - El futuro de la palma			M	1,19	2,28	0,59	1,77	7,18	12,37
	Oro Rojo			B	0,00	2,28	0,94	0,94	8,12	28,17
B	C - La Venezuela - CA Sur	1		M	0,18	0,18	0,00	0,18	0,18	0,00
	C - Puerto Primavera			M	0,16	0,33	0,33	0,48	0,66	6,86
	C - El Pórtico			M	0,50	0,83	1,08	1,58	2,24	22,65
	B - Pueblo Nuevo			M	0,31	1,15	0,46	0,78	3,02	9,72
	B - La palmita			M	0,18	1,32	0,33	0,50	3,52	6,84
<b>Total</b>		<b>1</b>	<b>1</b>			<b>3,77</b>	<b>9,19</b>		<b>12,97</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Para la planta extractora de San Alberto (Indupalma) se requieren 1 vehículo de 14 toneladas y 3 con capacidad de carga de 9 Ton, en temporada Baja, para suplir los requerimientos de recolección de fruto, esto todo diseñado para la muestra de predios tomada para desarrollar el presente trabajo

El cubrimiento de recolección de fruto en los predios seleccionados para la muestra que llevan su fruto cosechado a la planta extractora de Sabana de Torres (Oro Rojo) se requieren 11 vehículos de 14 toneladas y 2 con capacidad de carga de 9 Ton, en temporada Baja.

La disminución en la utilización de los recursos de temporada alta (28%) y de la temporada baja (50%) hace que el sistema cambie notablemente su esquema, y varía dependiendo de la oferta de fruto de los clientes atendidos, oferta que aunque siendo presupuestada, presenta variaciones al tratarse de una producción que depende de factores naturales que no pueden controlarse (macrovariables como el clima, infecciones y enfermedades del entorno, entre otras).

### **7.5.2 Selección del simulador**

Conocida esta realidad, se procede a realizar el modelamiento del sistema con ayuda de ProModel<sup>35</sup>, es un simulador con animación para computadoras personales, seleccionado por ser un simulador que presenta beneficios clave:

- Es el único software de simulación con Optimización plenamente integrada, requerida para la toma de decisiones estratégicas que conllevaría aplicar este diseño de red;
- El simulador permite la creación de modelos de forma rápida, sencilla y flexible, que al ser implementado en la organización, la manipulación del mismo por parte de los operarios sea manejable, con un lenguaje amable entre el diseño del escenario a simular y lo que sucede en la realidad.
- La herramienta informática presenta resultados probados, además de un análisis estadístico amplio, una vez terminada la simulación.
- Promodel presta soporte Técnico 24 horas al día, 365 días del Año.
- Además de Integración a Excel, Lotus, Visual Basic y herramientas de Microsoft.


### **7.5.3 Diseño y Montaje de simulación de la red logística propuesta.**


En el ambiente de simulación de Promodel, inicia el diseño de la simulación definiendo los elementos para poder reproducir el modelo. Seguidamente se describirá, como fueron definidos estos elementos de manera generalizada, ya que para cada simulación de cada Temporada por Centro de Acopio propuesto


---


<sup>35</sup> PROMODEL. Visualizar, analizar y optimizar. Página web del fabricante. Disponible en: <<http://www.promodel.com.mx/promodel.php>> [Consultado: 21 de abril de 2013]

varia en las cantidades a manipular, pero el contexto en el tratamiento de las variables es generalizado. (Ver Anexo 8. Simulación de Red Logística Propuesta)


 **Locaciones (Locations):** Son todos aquellos lugares fijos de un sistema a donde se dirigen las entidades para ser procesadas, almacenadas u otra actividad: en este caso se definieron los Predios, los Centros de Acopio y la Planta Extractora en cada una de las zonas de cubrimiento, además se definió la capacidad de las locaciones que corresponde al nivel de producción de cada predio, y al nivel de producción acumulado en la planta extractora. Se debe hacer salvedad que en dos de las zonas de cubrimiento, el centro de acopio es la misma planta extractora.

 **Entidades:** Corresponde a todo aquello que procesa el sistema, en este caso al fruto de cada uno de los predios, y al fruto que sale de cada nodo luego de agruparse con el fruto que llega de la locación inmediatamente anterior.

 **Red de Rutas:** flujo por donde se mueven los recursos y las entidades dentro del proceso, los flujos deben contener nodos o puntos a donde llegaran los recursos, y estos deben concadenarse por medio de Interfaces a las locaciones en donde se realizará el proceso allí requerido. Se definió para cada centro de acopio según la temporada el número de rutas propuesto (Ruta A, B, C...), y las interfaces de cada uno de los nodos. Los flujos se definieron bidireccionales.

 **Recursos:** Corresponde a los operarios y maquinas que realizaran la operacionalización de las entidades, en este caso se definen los vehículos asignados para las rutas en cada caso particular. Se deben declarar las especificaciones para indicar como opera cada recurso dentro del sistema:

- **Path Network:** Definiendo el nodo donde iniciará el recorrido, es decir los CA en cada uno de los casos.
- **Velocidades de Recurso cuando se encuentra vacío y lleno (Speed – Empty or Full):** en la realidad la velocidad del vehículo depende del tipo de carretera y del estado en que esta se encuentre, para efectos de la simulación se declaró la mayor velocidad cuando el vehículo está vacío (30kph), y la velocidad de 21kph cuando el vehículo se encuentra con carga, los datos son ingresados al simulador en unidades de metros por minuto (mpm)
- **Tiempo de Carga (Pick-up time):** se dispone que el tiempo de carga, será igual al promedio de los tiempos de carga que se demore el vehículo en cada uno de os predios que recorrerá la ruta, tiempo que fue determinado en la sección 7.5.1 donde se muestra el tiempo de carga en cada uno de los escenarios propuestos para cada zona de cubrimiento, estos datos son ingresados al simulador en segundos.

 **Procesos:** Donde se precisara los procesos y rutas dentro del sistema. El ambiente está desarrollado en dos secciones donde se detallará el proceso: (1) el proceso y (2) el enrutamiento.

(1) El proceso está compuesto por tres secciones: la entidad a manejar, la locación donde esta se encuentra y la operación que se realizara en esta locación. Para el modelamiento del sistema se utilizaron las operaciones GROUP y JOIN.

+ GROUP con el propósito de realizar una unión temporal de entidades de un mismo tipo, instrucción que se realizara para iniciar cada proceso descrito.

+ La instrucción JOIN ensambla o carga entidades de cierto tipo a la entidad actual, las entidades ensambladas provienen de otra locación, y solo se realizara a partir del segundo nodo en donde se deba recoger fruto.

(2) Enrutamiento está integrado por la etiqueta donde se especifica que entidad sale del proceso, el destino de esta entidad, la regla de envío que para el caso de la instrucción JOIN se debe dirigir mediante la regla de ruteo IF JOIN REQUET y como última especificación el movimiento lógico, que será definido como MOVE WITH, que especifica el movimiento que tendrá la entidad saliente (mover en el proceso con el recurso especificado según el caso)


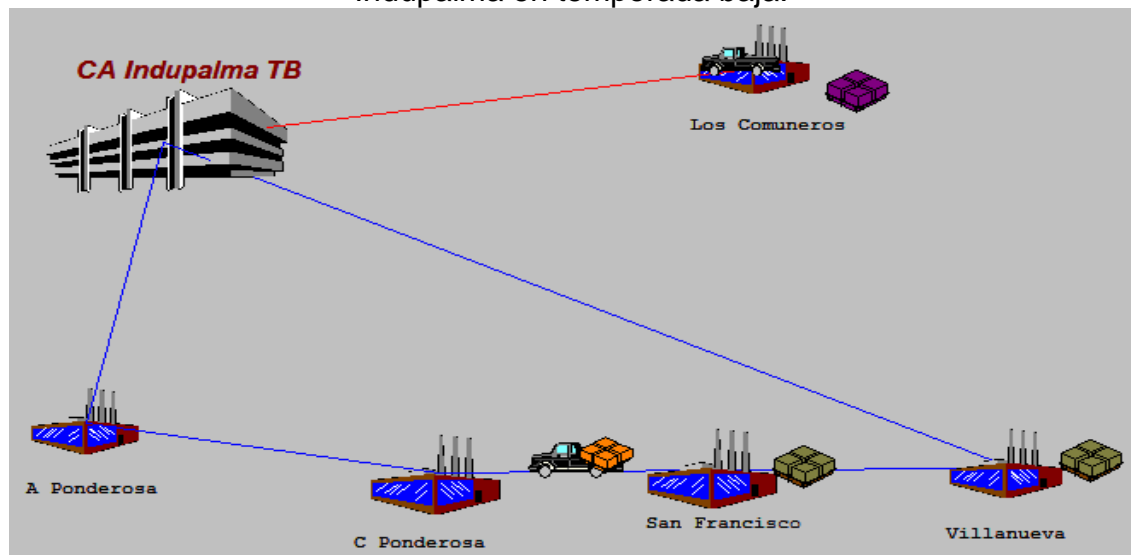
 **Arribos:** Área de trabajo donde se especifica la ubicación o entrada al sistema de cada entidad a la locación correspondiente donde se deba situar. Ejemplo de lógica de los arribos: Llegada de Fruto del Predio Los Comuneros a la localidad Los Comuneros.

Figura 18. Simulación de Diseño de Ruteo propuesto para el Centro de Acopio Indupalma en temporada baja.



Fuente: Elaboración propia. Promodel

## **7.6 EVALUACIÓN LOS COSTOS INHERENTES AL MANEJO DE LA FLOTA ENTRE LOS PREDIOS, CENTROS DE ACOPIO Y PLANTAS EXTRACTORAS.**

### **7.6.1 Manejo de costos del sistema tradicional de transporte de los Proyectos Asociados a Indupalma Ltda.**

El sistema tradicional manejado en el proceso de transporte de fruto desde los proyectos asociados hacia la planta extractora, como se ha explicado anteriormente, se reduce al envío desde de fruto desde el predio a la planta directamente, costo que es asumido por el propietario del predio.

Este costo lo asume cada cliente, el cual es calculado a partir de la cantidad de fruto a transportar por la distancia recorrida (ton/km) hasta la planta extractora donde va a ser procesado, este egreso es informado a través del reporte mensual que realiza el departamento Comercial de Indupalma a cada uno de los clientes que están integrados a los proyectos asociados. Indupalma en este punto no asume ningún costo en el proceso de transporte desde los proyectos asociados.

Por otra parte, el envío del fruto hacia la planta extractora desde cada predio solo se realizaba cuando se completa la capacidad total del vehículo contratado por el dueño de terreno, este vehículo solo hace el recorrido desde el predio del que fue contratado hasta la planta. Esta condición del sistema conlleva a minimizar costos en el proceso de transporte al realizar un solo envío con lo fruto cortado durante varios días, pero se sacrifica la calidad del mismo, ya que este debe cortar y esperar en el suelo por más de un día para ser llevado a la planta extractora, sacrificándose tanto el punto de acidez del fruto como la seguridad de la cosecha, al poner en exposición de ser robado mientras el fruto espera en suelo para su envío, situación que se presenta muy a menudo en la zona.

### **7.6.2 Política de Compra de Fruto a Terceros**

En febrero de 2013, la gerencia de Indupalma definió la Política de Compra de Fruto a terceros aplicada a proveedores de fruto de predios administrados como no administrados. En esta política se definen los siguientes numerales (*Ver Anexo 4. Política de Compra de Fruto a Terceros*):

Artículo 1 y 2. Especificación para aplicar la normatividad a proyectos administrados y no administrados-

Artículo 3. Precios de Compra de Fruto.

Artículo 4. Beneficio a proveedores de fruto.

Artículo 5. Penalizaciones

En el artículo cuatro donde se nombran los beneficios al ser proveedores de fruto de Indupalma Ltda., se especifica lo referente a los Costos de Transporte de Fruto para el presente año.

Este artículo aclara que: Artículo 4. Política Compra de Fruto a terceros de Indupalma (2013/Feb/14).

- I. El Proveedor de fruto asumirá el costo de transporte desde su predio al CA más próximo establecido por Indupalma, según las tarifas establecidas.
- II. Si el predio del proveedor de fruto está ubicado a más de 60km del CA, Indupalma asumirá el costo del transporte del kilometraje adicional desde el km 61 hasta el km 80, si el predio está ubicado a más de 81km, la empresa asumirá el 50% del costo de transporte adicional desde el km 81.
- III. Si el predio del proveedor de fruto es superior a 300has, Indupalma asumirá el 50% del costo de transporte hasta la planta.
- IV. La política de costo de transporte de fruto se aplica a todos los proveedores que se acojan a las tarifas, procesos, controles y organización de ALRIO, quien podrá contratar para el transporte de fruto vehículos de los proveedores, siempre y cuando estos se acojan a las tarifas y políticas establecidas por la empresa.
- V. Si el proveedor transporta su fruto directamente hasta la planta extractora sin cumplir con lo reglamentado por ALRIO, la planta extractora recibirá el fruto pero el proveedor no obtendrá el beneficio del costo del transporte.

Los costos adicionales desde el CA a la planta extractora serán asumidos por Indupalma, los cuales serán pagados a Alrio empresa la cual administrará la operación logística del transporte de fruto.

### **7.6.3 Tarifas manejadas para el transporte de fruto en Indupalma y Oro Rojo**

Las tarifas manejadas por Indupalma el 2013, para el transporte de fruto se presenta a continuación, también se anexa una tabla mencionan las variables que se tienen en cuenta para determinar la tarifa de transporte, que es calculada por el departamento de Gestión de Costos de Indupalma, para su filial ALRIO, que será la misma tarifa manejada para transportadores que se acojan a la administración de Alrio.

Es de resaltar que las tarifas estipuladas por Indupalma, relacionan la cantidad de fruto transportado con la distancia recorrida, una vez llenado el volco, sin establecer algún criterio relacionado con la capacidad del vehículo.



Tabla 84. Tarifas de transporte de fruto para 2013

<b>Transporte de fruto a terceros sin Peaje</b>									
<b>Intervalo de Distancia (km)</b>	0-5 km	6-10 km	11-20 km	21-30 km	31-40 km	41-60 km	61-80 km	81-100 km	Peaje
<b>Tarifa (Ton)</b>	\$4.800	\$ 9.500	\$19.000	\$20.600	\$23.100	\$28.100	\$33.200	\$38.200	
<b>Tarifa (Ton/km)</b>	960	950	950	687	578	468	415	382	
<b>Transporte de fruto a terceros con Peaje</b>									
<b>Intervalo de Distancia</b>	0-5 km	6-10 km	11-20 km	21-30 km	31-40 km	41-60 km	61-80 km	81-100 km	Peaje
<b>Tarifa (Ton)</b>	\$ 8.400	\$13.200	\$22.700	\$24.300	\$26.800	\$31.800	\$36.800	\$41.800	\$3.667
<b>Tarifa (Ton/km)</b>	1.680	1.320	1.135	810	670	530	460	418	

Fuente: Indupalma. Departamento de Gestión de Costos

Tabla 85. Variables tenidas en cuenta para determinar el valor de tarifas de transporte en Indupalma.

<b>Mano de Obra</b>	<b>Vehículo</b>	<b>Protección SISO</b>
Devengado	Camión	Guantes tipo ingeniero
Días Laborados	Margen Ganancia	Casco
Prestaciones	Depreciación vehículo	Mono gafas
Salud	Valor de salvamento	Tapabocas
Pensión	Consumo por Km	
Riesgos	Kilómetros diarios	<b>Dotación</b>
Prima	Kilómetros mes	Pantalón
Cesantías	Kilómetros año	Camisas manga larga
Intereses sobre cesantías	Precio combustible	Botas de material
Vacaciones	Mantenimiento general	
Parafiscales	Varios	<b>Administración Cooperativas</b>
SENA	Cambio de llantas	
ICBF y Caja de Compensación	SOAT y Revisión Tecno mecánica	

Fuente: Indupalma. Departamento de Gestión de Costos. Año 2013.

#### **7.6.4 Evaluación de costos inherentes a la propuesta de red logística.**

Para determinar los costos incurridos al implementar el diseño de red logística propuesto, se establece que:

- I.** La tarifa de que debe pagar cada cliente depende de la distancia que existe desde la ubicación del predio hasta la ubicación del CA, y este será el valor que asumirá el cliente al final del mes en su liquidación.
- II.** El costo de transportar el fruto desde el ultimo predio recorrido en la ruta a su destino final (planta extractora), debe ser asumido por la extractora que recibe la carga, y será liquidado con la tarifa que corresponda a la distancia mínima entre este punto y el final de la ruta (planta). Para ello cuando se estableció el diseño de ruta, se evaluó el camino más corto desde el último predio visitado a la planta, también se debe tener en cuenta el costo generado si la ruta debe pasar por algún peaje.
- III.** Una vez calculados los costos de la ruta de forma general, se entra a evaluar la aplicación de la Política de Compra de fruto para cada cliente, calculando los costos que se deben asumir tanto por Indupalma como por el propietario del Cliente.
- IV.** Se debe tener en cuenta que la distancia utilizada para determinar la tarifa de transporte aplicada a cada predio, es la calculada en el presente trabajo a partir del mapa en AutoCAD y no las manejas por Dirección de Planta de Indupalma.

A continuación se presentan los resultados de los calculados realizados en el ambiente de Microsoft Excel, para determinar el costo total de transporte para cada una de las rutas pertenecientes a los Centros de Acopio propuestos.

Se establece que para los Centros de Acopio ubicados en las plantas extractoras (CA-Indupalma y CA- Oro Rojo), el costo que se origina del último predio a la planta y es el mismo costo desde el predio al CA, por lo que solo se le cargará a nombre del cliente el costo del transporte.

## COSTOS DE TRANSPORTE PARA TEMPORADA ALTA

### Planta Extractora Indupalma

#### ❖ Centro de Acopio Indupalma

Tabla 86. Costos de Transporte para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
<b>A</b>	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -	\$ 264.100,0			\$ 264.100,0
	A - La Ponderosa	\$ 19.000	\$ 42.433,3				
	C - La Ponderosa	\$ 19.000	\$120.333,3				
	C - San Francisco	\$ 19.000	\$101.333,3				
	CA-Indupalma	\$ 4.800	\$ -				
<b>B</b>	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -	\$ 288.400,0			\$ 288.400,0
	A - Los Comuneros	\$ 20.600	\$288.400,0				
	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -				
<b>C</b>	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -	\$ 129.274,4			\$ 129.274,4
	A - Los Comuneros	\$ 20.600	\$ 61.864,3				
	B - Villa Nueva	\$ 20.600	\$ 67.410,0				
	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -				
<b>Costo de Total de Transporte</b>				<b>\$ 681.774,4</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ 681.774,4</b>

Fuente: Elaboración propia.

## ❖ Centro de Acopio 2

Tabla 87. Costos de Transporte para Centro de Acopio 2 en Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
A	CA-2	\$ 4.800	\$ -	\$ 184.902,7			\$454.943,7
	C - Lote No. 3	\$ 20.600	\$ 44.633,3				
	B - El Prado	\$ 20.600	\$ 36.503,2				
	C - Aguablanca	\$ 20.600	\$ 30.900,0				
	A - Recuerdos	\$ 9.500	\$ 16.868,1				
	A - La Reserva	\$ 9.500	\$ 16.885,5				
	A - El Gitano	\$ 9.500	\$ 16.945,9				
	C - Lago Azul	\$ 9.500	\$ 22.166,7				
	Indupalma	\$ 20.600	\$ -		\$ 20.600	\$ 270.041,0	
B	CA-2	\$ 4.800	\$ -	\$ 91.678,8			\$ 262.694,2
	C - Playa Rica	\$ 9.500	\$ 20.583,3				
	A - La Esperanza	\$ 19.000	\$ 61.495,4				
	C - La Guayabera	\$ 4.800	\$ 9.600,0				
		Indupalma	\$ 20.600				
C	CA-2	\$ 4.800	\$ -	\$ 130.926,9			\$ 290.106,5
	A - El Reposo	\$ 19.000	\$ 130.926,9				
		Indupalma	\$ 20.600				
D	CA-2	\$ 4.800	\$ -	\$ 158.387,7			\$ 350.953,8
	A - Chaparral	\$ 19.000	\$ 85.554,4				
	C - El Dorado	\$ 19.000	\$ 72.833,3				
		Indupalma	\$ 20.600				
<b>Costo de Total de Transporte</b>				\$ 565.896,1		\$ 792.802,2	\$1.358.698,3

Fuente: Elaboración propia.

**Planta Extractora Oro Rojo**

 ❖ **Centro de Acopio Oro Rojo**

Tabla 88. Costos de Transporte para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
A	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -	\$ 190.420			\$ 190.420,3
	C- La Zaragoza	\$ 20.600	\$ 34.333				
	A- La Zaragoza	\$ 20.600	\$ 48.363				
	A - El Diamante	\$ 19.000	\$ 31.569				
	A - La Bohemia	\$ 19.000	\$ 33.644				
	C - Los Medios	\$ 9.500	\$ 22.167				
	A -Los Medios	\$ 9.500	\$ 20.344				
	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -				
B	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -	\$ 2.394.000			\$ 2.394.000,0
	E - Horizonte	\$ 19.000	\$ 2.394.000				
	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -	\$ 325.050			\$ 325.049,9
	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -				
	E - Horizonte	\$ 19.000	\$ 325.050				
	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -				
<b>Costo de Total de Transporte</b>				\$ 2.584.420,3		\$ -	\$ 2.584.420,3

Fuente: Elaboración propia

❖ Centro de Acopio Zona Sur

Tabla 89. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
<b>A</b>	F - Palmar - CA	\$ 4.800	\$ -	\$ -			\$ 3.192.000
	Oro Rojo	\$ 19.000	\$ -		\$ 19.000	\$3.192.000	
<b>B</b>	F - Palmar - CA	\$ 4.800	\$ 16.587	\$ 156.125			\$ 402.764
	B - Santa Catalina	\$ 20.600	\$ 44.221				
	A - La Unión	\$ 20.600	\$ 46.803				
	B - San Isidro	\$ 9.500	\$ 24.288				
	B - La Esperanza	\$ 9.500	\$ 24.225				
	Oro Rojo	\$ 19.000	\$ -				
<b>C</b>	F - Palmar - CA	\$ 4.800	\$ -	\$ 260.053			\$ 542.005
	H - Las Elsas	\$ 19.000	\$ 260.053				
	Oro Rojo	\$ 19.000	\$ -				
<b>Costo de Total de Transporte</b>				\$ 416.178		\$ 3.720.591	\$ 4.136.769

Fuente: Elaboración propia.

## ❖ Centro de Acopio Zona Norte

Tabla 90. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Alta.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
A	C- Venezuela CA	\$ 4.800	\$ -	\$ 292.584			\$ 579.183,3
	C - Los Lagos	\$ 28.100	\$ 168.600				
	A - La Alquería	\$ 28.100	\$ 60.141				
	C - Alcaraván	\$ 20.600	\$ 43.260				
	C - Cañaguatè	\$ 9.500	\$ 20.583				
	Oro Rojo	\$ 20.600	\$ -	\$ 23.100	\$ 286.599,4		
B	C Venezuela CA	\$ 4.800	\$ -	\$ 62.657			\$ 331.561,5
	D - El futuro de la palma	\$ 4.800	\$ 62.657				
	Oro Rojo	\$ 20.600	\$ -	\$ 20.600			
C	C Venezuela CA	\$ 4.800	\$ -	\$ 248.781			\$ 495.806,1
	C - P. Primavera	\$ 9.500	\$ 20.583				
	C - El Pórtico	\$ 20.600	\$ 109.867				
	B - Pueblo Nuevo	\$ 20.600	\$ 72.100				
	B - La palmita	\$ 23.100	\$ 46.231				
	Oro Rojo	\$ 20.600	\$ -	\$ 19.000			
D	C - Venezuela CA	\$ 4.800	\$ 9.600	\$ 89.680			\$ 202.293,3
	G - Empalmar II	\$ 23.100	\$ 80.080				
	Oro Rojo	\$ 20.600	\$ -	\$ 20.600			
<b>Costo de Total de Transporte</b>				<b>\$ 693.702,0</b>		<b>\$ 915.142,3</b>	<b>\$ 1.608.844,2</b>

Fuente: Elaboración propia

## COSTOS DE TRANSPORTE PARA TEMPORADA BAJA

### Planta Extractora Indupalma

#### ❖ Centro de Acopio Indupalma

Tabla 91. Costos de Transporte para Centro de Acopio Indupalma en Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
<b>A</b>	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -	\$ 172.186,6			\$ 172.186,6
	A - La Ponderosa	\$ 19.000	\$ 17.733,3				
	C - La Ponderosa	\$ 19.000	\$ 62.066,6				
	C - San Francisco	\$ 19.000	\$ 60.800,0				
	B - Villa Nueva	\$ 20.600	\$ 31.586,6				
	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -				
<b>B</b>	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -	\$ 178.897,7			\$ 178.897,7
	A - Comuneros	\$ 20.600	\$ 178.897,7				
	CA- Indupalma	\$ 4.800	\$ -				
<b>Costo de Total de Transporte</b>				<b>\$ 351.084,38</b>		<b>\$ -</b>	<b>\$ 351.084,3</b>

Fuente: Elaboración propia.



❖ **Centro de Acopio 2**

Tabla 92. Costos de Transporte para Centro de Acopio 2 en Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
<b>A</b>	CA-2	\$ 4.800	\$ -	\$ 120.103,6			\$ 281.152,2
	C - Lote No. 3	\$ 20.600	\$ 22.206,8				
	B - El Prado	\$ 23.100	\$ 20.836,2				
	C - Aguablanca	\$ 20.600	\$ 15.862,0				
	A - Los Recuerdos	\$ 9.500	\$ 8.613,5				
	A - La Reserva	\$ 9.500	\$ 8.622,5				
	A - El Gitano	\$ 9.500	\$ 8.653,7				
	C - Lago Azul	\$ 9.500	\$ 11.083,3				
	C - Playa Rica	\$ 20.600	\$ 24.225,6				
	Indupalma	\$ 20.600	\$ -				
<b>B</b>	CA-2	\$ 4.800	\$ -	\$ 183.363,3			\$ 423.203,6
	A - La Esperanza	\$ 19.000	\$ 31.163,6				
	C - La Guayabera	\$ 4.800	\$ 4.701,3				
	A - El Reposo, Buenos aires	\$ 19.000	\$ 66.871,0				
	A - Chaparral,	\$ 19.000	\$ 43.691,4				
	C - El Dorado	\$ 19.000	\$ 36.936,0				
	Indupalma	\$ 20.600	\$ -				
<b>Costo de Total de Transporte</b>				<b>\$303.466,86</b>		<b>\$ 400.889,0</b>	<b>\$ 704.355,86</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Planta Extractora Oro Rojo**

❖ **Centro de Acopio Oro Rojo**

Tabla 93. Costos de Transporte para Centro de Acopio Oro Rojo en Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
<b>A</b>	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -	\$ 93.735,4			\$ 93.735,39
	C- La Zaragoza	\$ 20.600	\$ 16.919,5				
	A- La Zaragoza	\$ 20.600	\$ 24.700,8				
	A - El Diamante	\$ 19.000	\$ 16.128,8				
	A - La Bohemia	\$ 19.000	\$ 17.183,3				
	C - Los Medios	\$ 9.500	\$ 8.412,3				
	A -Los Medios	\$ 9.500	\$ 10.390,8				
	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -				
<b>B</b>	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -	\$ 762.944,7			\$ 762.944,7
	E - Horizonte	\$ 19.000	\$ 762.944,7				
	CA - Oro Rojo	\$ 4.800	\$ -		\$ 19.000	\$ -	
<b>Costo de Total de Transporte</b>				\$ 856.680,0		\$ -	\$ 856.680,0

Fuente: Elaboración propia

❖ Centro de Acopio Zona Sur

Tabla 94. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Sur en Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
<b>A</b>	F - Palmar - CA	\$ 4.800	\$ -	\$ -			\$ 1.330.000
	Oro Rojo	\$ 19.000	\$ -		\$ 19.000	\$ 1.330.000	
<b>B</b>	F - Palmar - CA	\$ 4.800	\$ 32.633,6	\$ 103.730,9			\$ 325.088,9
	B - Santa Catalina	\$ 20.600	\$ 22.502,1				
	A - La Unión	\$ 20.600	\$ 23.904,7				
	B - San Isidro	\$ 9.500	\$ 12.359,5				
	B - La Esperanza	\$ 9.500	\$ 12.331,0				
	Oro Rojo	\$ 19.000	\$ -			\$ 19.000	
<b>C</b>	F - Palmar - CA	\$ 4.800	\$ -	\$ 90.183,5			\$ 187.961,5
	H - Las Elsas	\$ 19.000	\$ 90.183,5				
	Oro Rojo	\$ 19.000	\$ -			\$ 20.600	
<b>Costo de Total de Transporte</b>				\$ 193.914,4		\$ 1.649.136	\$ 1.843.050

Fuente: Elaboración propia.

## ❖ Centro de Acopio Zona Norte

Tabla 95. Costos de Transporte para Centro de Acopio Zona Norte en Temporada Baja.

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Tarifa (Predio - CA)	Costo Predio- CA (\$)	Costo Ruta Predio-CA (\$)	Tarifa (Nodo final-Planta Ext.)	Costo Planta Extractora (\$)	Costo Total (\$)
A	C - Venezuela CA	\$ 4.800	\$ -	\$ 183.669,0			\$ 454.915,9
	C - Los Lagos	\$ 28.100	\$ 88.983,3				
	A - La Alquería	\$ 28.100	\$ 31.425,2				
	C - Alcaraván	\$ 20.600	\$ 20.600,0				
	C - Cañaguatè	\$ 9.500	\$ 9.753,3				
	D - El futuro de la palma	\$ 4.800	\$ 32.907,1				
	Oro Rojo	\$ 20.600	\$ -				
B	C - Venezuela CA	\$ 4.800	\$ 4.960,0	\$ 156.930,7			\$ 335.135,38
	C - Puerto Primavera	\$ 9.500	\$ 8.550,0				
	C - El Pórtico	\$ 20.600	\$ 59.465,3				
	B - Pueblo Nuevo	\$ 20.600	\$ 37.361,5				
	B - La palmita	\$ 23.100	\$ 23.531,2				
	G - Empalmar II	\$ 23.100	\$ 23.062,6				
	Oro Rojo	\$ 20.600	\$ -				
<b>Costo de Total de Transporte</b>				<b>\$ 340.599,69</b>		<b>\$ 449.451,5</b>	<b>\$ 790.051,2</b>

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculados los costos generales, se deben discriminar entre lo que debe asumir Indupalma y el dueño del predio con respecto al costo generado por el servicio de transporte teniendo como base lo establecido en la Política de Compra de Fruto. A continuación se detalla la aplicación de la política a cada una de las zonas de cubrimiento, diríjase al Anexo 8. Análisis de Datos Red Logística.xls para ver los cálculos correspondientes.

Tabla 96. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-Indupalma, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto.

<b>Temporada Alta</b>				
<b>Ruta</b>	<b>Ruta (Secuencia de ruteo)</b>	<b>Observación</b>	<b>Costo asumido Cliente</b>	<b>Costo Asumido Indupalma</b>
<b>A</b>	CA- Indupalma	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios teniendo en cuenta que el CA está ubicado en la planta extractora, solo hay una excepción del predio Los Comuneros, para el cual se aplica el ítem (III), ya que el predio cuenta con 365,62 has.	\$ -	\$ -
	A - La Ponderosa		\$ 42.433,33	\$ -
	C - La Ponderosa		\$ 120.333,33	\$ -
	C - San Francisco		\$ 101.333,33	\$ -
CA-Indupalma	\$ -		\$ -	
<b>B</b>	CA- Indupalma		\$ -	\$ -
	A - Los Comuneros		\$ 144.200,00	\$ 144.200,00
	CA- Indupalma		\$ -	\$ -
<b>C</b>	CA- Indupalma		\$ -	\$ -
	A - Los Comuneros		\$ 30.932,17	\$ 30.932,17
	B - Villa Nueva	\$ 67.410,07	\$ -	
	CA- Indupalma	\$ -	\$ -	
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem Alta)</b>			<b>\$ 506.642,24</b>	<b>\$ 175.132,17</b>
<b>Temporada Baja</b>				
<b>A</b>	CA- Indupalma	Para este caso solo se aplica el ítem (III) del artículo para el predio Los Comuneros que cuenta con 365,62 has.	\$ -	\$ -
	A - La Ponderosa		\$ 17.733,33	\$ -
	C - La Ponderosa		\$ 62.066,67	\$ -
	C - San Francisco		\$ 60.800,00	\$ -
	B - Villa Nueva		\$ 31.586,67	\$ -
	CA- Indupalma		\$ -	\$ -
<b>B</b>	CA- Indupalma		\$ -	\$ -
	A - Los Comuneros		\$ 89.448,85	\$ 89.448,85
	CA- Indupalma		\$ -	\$ -
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem Baja)</b>			<b>\$ 261.635,52</b>	<b>\$ 89.448,85</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-2, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto.

<b>Temporada Alta</b>				
<b>Ruta</b>	<b>Ruta (Secuencia de ruteo)</b>	<b>Observación</b>	<b>Costo asumido Cliente</b>	<b>Costo Asumido Indupalma</b>
<b>A</b>	CA-2	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios.	\$ -	\$ -
	C - Lote No. 3		\$ 44.633,33	\$ -
	B - El Prado		\$ 36.503,20	\$ -
	C - Aguablanca		\$ 30.900,00	\$ -
	A - Los Recuerdos		\$ 16.868,05	\$ -
	A - La Reserva		\$ 16.885,47	\$ -
	A - El Gitano		\$ 16.945,95	\$ -
	C - Lago Azul		\$ 22.166,67	\$ -
	Indupalma		\$ -	\$ 270.041,0
<b>B</b>	CA-2		\$ -	\$ -
	C - Playa Rica		\$ 20.583,33	\$ -
	A - La Esperanza		\$ 61.495,44	\$ -
	C - La Guayabera		\$ 9.600,00	\$ -
	Indupalma		\$ -	\$ 171.015,5
<b>C</b>	CA-2		\$ -	\$ -
	A - El Reposo		\$ 30.926,91	\$ -
	Indupalma		\$ -	\$ 159.179,56
<b>D</b>	CA-2		\$ -	\$ -
	A - Chaparral		\$ 85.554,38	\$ -
	C - El Dorado	\$ 72.833,33	\$ -	
	Indupalma	\$ -	\$ 192.566,11	
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem Alta)</b>			<b>\$ 5.896,07</b>	<b>\$ 792.802,19</b>
<b>Temporada Baja</b>				
<b>A</b>	CA-2	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios.	\$ -	\$ -
	C - Lote No. 3		\$ 22.206,80	\$ -
	B - El Prado		\$ 20.836,20	\$ -
	C - Aguablanca		\$ 15.862,00	\$ -
	A - Recuerdos		\$ 8.613,50	\$ -
	A - La Reserva		\$ 8.622,48	\$ -
	A - El Gitano		\$ 8.653,67	\$ -
	C - Lago Azul		\$ 11.083,33	\$ -
	C - Playa Rica		\$ 24.225,60	\$ -
	Indupalma		\$ -	\$ 161.048,6

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Observación	Costo asumido Cliente	Costo Asumido Indupalma
B	CA-2	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios.	\$ -	\$ -
	A - La Esperanza		\$ 31.163,63	\$ -
	C - La Guayabera		\$ 4.701,31	\$ -
	A - El Reposo, Buenos aires		\$ 66.870,96	\$ -
	A - Chaparral, Villamary, La Esperanza		\$ 43.691,37	\$ -
	C - El Dorado		\$ 36.936,00	\$ -
	Indupalma		\$ -	\$ 239.840,4
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem Baja)</b>			<b>\$ 303.466,86</b>	<b>\$ 400.889,0</b>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 98. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-Oro Rojo, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto.

Temporada Alta				
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Observación	Costo asumido Cliente	Costo Asumido Indupalma
A	CA - Oro Rojo	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios teniendo en cuenta que el CA está ubicado en la planta extractora, solo hay una excepción del predio El Horizonte, para el cual se aplica el ítem (III), ya que el predio cuenta con 1301,04 has.	\$ -	\$ -
	C- La Zaragoza		\$ 34.333,3	\$ -
	A- La Zaragoza		\$ 48.363,0	\$ -
	A - El Diamante		\$ 31.568,9	\$ -
	A - La Bohemia		\$ 33.644,1	\$ -
	C - Los Medios		\$ 22.166,7	\$ -
	A -Los Medios		\$ 20.344,2	\$ -
	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
B	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
	E - Horizonte		\$ 1.197.000,0	\$ 1.197.000,0
	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
B2	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
	E - Horizonte		\$ 162.524,9	\$ 162.524,9
	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem. Alta)</b>			<b>\$ 1.387.420</b>	<b>\$ 1.197.000</b>

Temporada Baja				
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Observación	Costo asumido Cliente	Costo Asumido Indupalma
<b>A</b>	CA - Oro Rojo	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios teniendo en cuenta que el CA está ubicado en la planta extractora, solo hay una excepción del predio El Horizonte, para el cual se aplica el ítem (III), ya que el predio cuenta con 1301,04 has.	\$ -	\$ -
	C- La Zaragoza		\$ 6.899,20	\$ -
	A- La Zaragoza		\$10.072,16	\$ -
	A - El Diamante		\$ 7.130,63	\$ -
	A - La Bohemia		\$ 7.596,82	\$ -
	C - Los Medios		\$ 7.438,20	\$ -
	A -Los Medios		\$ 9.187,65	\$ -
	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
<b>B</b>	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
	E - Horizonte		\$168.650,92	\$168.650,92
	CA - Oro Rojo		\$ -	\$ -
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem. Baja)</b>			\$ 216.975,6	\$ -

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-Zona Sur, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto.

Temporada Alta				
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Observación	Costo asumido Cliente	Costo Asumido Indupalma
<b>A</b>	F - Palmar - CA	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios, solo hay una excepción del predio El Palmar, para el cual se aplica el ítem (III) ya que el predio cuenta con 1490,48 has.	\$1.596.000	\$1.596.000
	Oro Rojo		\$ -	\$ -
<b>B</b>	F - Palmar - CA		\$ 8.293	\$ 8.293
	B – S. Catalina		\$ 4.221	\$ -
	A - La Unión		\$ 46.803	\$ -
	B - San Isidro		\$ 24.288	\$ -
	B - La Esperanza		\$ 24.225	\$ -
	Oro Rojo		\$ -	\$ 246.638
<b>C</b>	F - Palmar - CA		\$ -	\$ -
	H - Las Elsas		\$ 260.053	\$ -
	Oro Rojo		\$ -	\$ 281.952
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem. Alta)</b>			\$2.003.884	\$2.132.884





Temporada Baja				
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Observación	Costo asumido Cliente	Costo Asumido Indupalma
<b>A</b>	F - Palmar - CA	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios, solo hay una excepción del predio El Palmar, para el cual se aplica el ítem (III), ya que el predio cuenta con 1490,48 has.	\$ 665.000	\$ 665.000
	Oro Rojo		\$ -	\$ -
<b>B</b>	F - Palmar - CA		\$ 16.316	\$ 16.316
	B - Santa Catalina		\$ 22.502	\$ -
	A - La Unión		\$ 23.904	\$ -
	B - San Isidro		\$ 12.359	\$ -
	B - La Esperanza		\$ 12.331	\$ -
	Oro Rojo		\$ -	\$ 221.358
<b>C</b>	F - Palmar - CA		\$ -	\$ -
	H - Las Elsas		\$ 90.183	\$ -
	Oro Rojo		\$ -	\$ 97.777
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem. Baja)</b>			\$ 842.597	\$1.000.452

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99. Discriminación de Costo para Predios acogidos en el CA-Oro Rojo, aplicando lo establecido en la Política de Compra de Fruto.

Temporada Alta				
Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Observación	Costo asumido Cliente	Costo Asumido Indupalma
<b>A</b>	C - La Venezuela - CA Sur	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios, solo hay una excepción del predio El Futuro de la Palma, para el cual se aplica el ítem (III), ya que el predio cuenta con 434,21 has.	\$ -	\$ -
	C - Los Lagos		\$ 168.600	\$ -
	A - La Alquería		\$ 60.140	\$ -
	C - Alcaraván		\$ 43.260	\$ -
	C - Los Cañaguat		\$ 20.583	\$ -
	Oro Rojo		\$ -	\$ 286.599
<b>B</b>	C - La Venezuela - CA Sur	\$ -	\$ -	
	D - El futuro de la palma	\$ 134.452	\$ 134.452	
	Oro Rojo	\$ -	\$ -	

Ruta	Ruta (Secuencia de ruteo)	Observación	Costo asumido Cliente	Costo Asumido Indupalma
<b>C</b>	C - La Venezuela - CA Sur	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios, solo hay una excepción del predio El Futuro de la Palma, para el cual se aplica el ítem (III), ya que el predio cuenta con 434,21 has.	\$ -	\$ -
	C - Puerto Primavera		\$ 20.583	\$ -
	C - El Pórtico		\$ 109.866	\$ -
	B - Pueblo Nuevo		\$ 72.100	\$ -
	B - La palmita		\$ 46.230	\$ -
	Oro Rojo		\$ -	\$ 247.025
<b>D</b>	C - La Venezuela - CA Sur		\$ 9.600	\$ -
	G - Empalmar II		\$ 80.080	\$ -
	Oro Rojo		\$ -	\$ 112.613
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem. Alta)</b>			\$ 765.496	\$ 780.690
<b>Temporada Baja</b>				
<b>A</b>	C - La Venezuela - CA Sur	Para este caso se aplicará el ítem (I) para todos los predios, solo hay una excepción del predio El Futuro de la Palma, para el cual se aplica el ítem (III), ya que el predio cuenta con 434,21 has.	\$ -	\$ -
	C - Los Lagos		\$ 88.983	\$ -
	A - La Alquería		\$ 31.425	\$ -
	C - Alcaraván		\$ 20.600	\$ -
	C - Los Cañaguat		\$ 9.753	\$ -
	D - El futuro de la palma		\$ 16.453	\$ 16.453
	Oro Rojo		\$ -	\$ 271.246
<b>B</b>	C - La Venezuela - CA Sur		\$ 4.960	\$ -
	C - Puerto Primavera		\$ 8.550	\$ -
	C - El Pórtico		\$ 59.465	\$ -
	B - Pueblo Nuevo		\$ 37.361	\$ -
	B - La palmita		\$ 23.531	\$ -
	G - Empalmar II		\$ 23.062	\$ -
	Oro Rojo	\$ -	\$ 178.204	
<b>Total Asumido por partes interesadas (Tem. Baja)</b>			\$ 324.14	\$ 465.905

Fuente: Elaboración propia.

## **7.7 DIAGNOSTICO ESCENARIO PROPUESTO DE RED LOGÍSTICA FRENTE A SATISFACER LAS NECESIDADES DE INDUPALMA LTDA., BAJO LA VARIABLE COSTO TOTAL TENIENDO EN CUENTA LOS LINEAMIENTOS DE BUENAS PRÁCTICAS LOGÍSTICAS Y SISTEMAS INTEGRADOS DE GESTIÓN.**

### **7.7.1 Evaluación de propuesta con respecto a los costos de transporte: Sistema Tradicional vs Sistema Propuesto**

Establecidos los costos de transporte de la propuesta desarrollada en el presente trabajo y la asignación de este entre los Clientes (propietarios de predios) e Indupalma, se dispone a comparar y evaluar los costos entre la propuesta diseñada y el sistema tradicional para el proceso de transporte de proyectos asociados.

Seguidamente se relacionan los costos del sistema tradicional vs el sistema propuesto por cada una de las zonas delimitadas, esta comparación se realiza teniendo en cuenta que:

- Se evaluaron los costos diarios de cada una de las propuestas, pero en la realidad en el sistema tradicional el envío de fruto no se hace diariamente, sino depende de que la existencia de fruto que cope a lo menos el 90% de la capacidad de carga del vehículo.
- Los costos asumidos por cada cliente en el sistema tradicional se calcularon a partir de la producción diaria en cada temporada y la distancia desde el predio a la planta más cercana.
- En el sistema tradicional Indupalma no asume ningún costo, por lo tanto solo los clientes son los encargados de cancelar este valor.
- En el sistema propuesto se debe tener en cuenta y aplicar la Política de Compra de Fruto dada por gerencia en el año presente del desarrollo de la propuesta, de ahí que para cada predio el costo de transporte no sea el mismo y dependa tanto de la distancia a la planta asignada como del área total del predio en cosecha.
- La evaluación se realiza por cada una de las temporadas, esto sustentado en que diferencia en el nivel de producción representa una gran semejanza de costos.

Se realizara la comparación de costos inherentes al transporte de fruto en cada una de las zonas delimitadas y el análisis de sus resultados de los mismos, para luego diagnosticar de manera general la implementación de la propuesta.

## **PLANTA EXTRACTORA INDUPALMA**

### **ZONA DE CUBRIMIENTO CA – INDUPALMA**

#### **Análisis de Resultados: Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Indupalma. (Ver Tabla 99)**

En la zona comprendida por los predios más cercanos a la planta extractora de San Alberto, se determinó que al implementar la propuesta de diseño de red logística los costos globales del sistema de transporte serán los mismos con respecto a los costos que se originan al emplear el sistema tradicional, aclarado que los costos que asumirá Indupalma representan el 24% del costo total del nuevo sistema, el restante lo asumirá los clientes que se encuentren en la zona (76%).

Cabe aclarar que aunque se mantiene igual el costo global del transporte, se presenta un aumento en costos en Indupalma, debido a: que en el caso particular en el que la planta es el mismo centro de acopio, las tarifas de transporte entre los dos sistemas son las mismas, pero la diferencia al totalizar los costos para cada parte involucra se ve influenciada con la implementación de la Política de Compra de Fruto, la cual beneficiaría al predio Los Comuneros del proyecto Coopalmag, que solo asume el 50% del costo del transporte por tener más de 300has de tierra en cultivo. Para los demás predios de esta zona de cubrimiento, el hecho de implementar cualquiera de los dos sistemas generarían los mismos costos.

### **ZONA DE CUBRIMIENTO CA – 2**

#### **Análisis de Resultados: Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA – 2 (Ver Tabla 100)**

Para la segunda zona de cubrimiento a analizar, los resultados no son muy óptimos para la propuesta diseñada, ya que con su implementación representaría un aumento del 70,7% con respecto al sistema tradicional, resaltando que la distribución de los costos con la propuesta será del 42% para los clientes y 58% para Indupalma, al tener que asumir el costo del transporte desde el ultimo predio visitado en la ruta a la planta, predio que está ubicado en la posición más distante de la empresa. Adentrándose en las variaciones de los costos de los dos sistemas para los clientes propietarios se destacar la disminución de los costos, ya que la distancia con la que se calculará la tarifa de transporte es menor que la del sistema tradicional, es decir la distancia entre el predio y el CA es menor a la que existe entre el predio y la planta, destacándose nuevamente que la aplicación de la Política de Compra de Fruto influye negativamente para los costos de la Empresa

Tabla 100. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Indupalma.

CA Indupalma	Sistema Tradicional				Sistema Propuesto			
	Temporada Alta		Temporada Baja		Temporada Alta		Temporada Baja	
Predio	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma
A - Los Comuneros	\$ 350.264	\$0	\$178.898	\$0	\$175.132	\$175.132	\$89.449	\$89.449
C - La Ponderosa	\$ 120.333	\$0	\$ 62.067	\$0	\$120.333	\$0	\$62.067	\$0
C - San Francisco	\$ 101.333	\$0	\$ 60.800	\$0	\$101.333	\$0	\$60.800	\$0
B - Villa Nueva	\$ 67.410	\$0	\$ 31.587	\$0	\$ 67.410	\$0	\$31.587	\$0
A - La Ponderosa	\$ 42.433	\$0	\$ 17.733	\$0	\$ 42.433	\$0	\$17.733	\$0
<b>Costo Total de Partes</b>	\$ 681.774	\$0	\$351.084	\$0	\$475.710	\$144.200	\$261.636	\$89.449
<b>Costo Total temporada</b>		\$681.774		\$ 351.084		\$681.774		\$351.084
<b>Costo Total</b>				\$1.032.859				\$1.032.859

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 101. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA - 2.

CA 2	Sistema Tradicional				Sistema Propuesto			
	Temporada Alta		Temporada Baja		Temporada Alta		Temporada Baja	
Predio	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma
A - El Reposo, Buenos aires	\$159.180	\$0	\$81.301	\$0	\$130.927	\$0	\$66.871	\$0
A - Chaparral, Villamary, La Esperanza	\$104.016	\$0	\$53.120	\$0	\$85.554	\$0	\$43.691	\$0
C - El Dorado	\$88.550	\$0	\$44.906	\$0	\$72.833	\$0	\$36.936	\$0
C - Lago Azul	\$48.067	\$0	\$24.033	\$0	\$22.167	\$0	\$11.083	\$0
C - Playa Rica	\$44.633	\$0	\$24.226	\$0	\$20.583	\$0	\$24.226	\$0
C - Lote No. 3	\$50.050	\$0	\$24.902	\$0	\$44.633	\$0	\$22.207	\$0
C - La Guayabera	\$46.200	\$0	\$22.625	\$0	\$9.600	\$0	\$4.701	\$0
A - La Reserva	\$36.615	\$0	\$18.697	\$0	\$16.885	\$0	\$8.622	\$0
A - Los Recuerdos	\$36.577	\$0	\$18.678	\$0	\$16.868	\$0	\$8.613	\$0
B - El Prado	\$40.933	\$0	\$20.836	\$0	\$36.503	\$0	\$20.836	\$0
C - Aguablanca	\$34.650	\$0	\$17.787	\$0	\$30.900	\$0	\$15.862	\$0
A - El Gitano	\$36.746	\$0	\$18.765	\$0	\$16.946	\$0	\$8.654	\$0
A - La Esperanza	\$74.766	\$0	\$37.888	\$0	\$61.495	\$0	\$31.164	\$0
CA-2	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$792.802	\$0	\$400.889
	<b>Sistema Tradicional</b>				<b>Sistema Propuesto</b>			

Predio	Temporada Alta		Temporada Baja		Temporada Alta		Temporada Baja	
	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma
<b>Costo Total de Partes</b>	\$800.982	\$0	\$407.764	\$0	\$565.896	\$792.802	\$303.467	\$400.889
<b>Costo Total temporada</b>	\$800.982		\$407.764		\$1.358.698		\$704.356	
<b>Costo Total</b>	\$1.208.746				\$2.063.054			

Fuente: Elaboración propia

## PLANTA EXTRACTORA ORO ROJO

### ZONA DE CUBRIMIENTO CA – ORO ROJO

**Análisis de resultados: Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Oro Rojo** (*Ver Tabla 101*).

Como se estableció en el análisis que se realizó del Centro de Acopio Indupalma el Costo, en el caso particular en el que la planta es el mismo centro de acopio, las tarifas de transporte entre los dos sistemas son las mismas, por lo que no existe diferencia aparente entre los dos sistemas.

Pero al estudiar los costos que debe asumir cada una de las partes involucradas como lo propone la Política de Compra de Fruto, la cual beneficia al predio El Horizonte, el cual asume solo el 50% del costo del transporte por tener más de 300has de tierra en cultivo, política que recaerá directamente en Indupalma, quien asumirá el 50% restante del valor del servicio.

Para los demás predios de esta zona de cubrimiento con centro de acopio ubicado en la planta de Sabana de Torres, el hecho de implementar cualquiera de los dos sistemas generarían los mismos costos.

### ZONA DE CUBRIMIENTO CA – ZONA SUR

**Análisis de resultados: Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Zona Sur** (*Ver Tabla 102*).

Al revisar los datos generados en el centro de acopio de la zona sur en Oro Rojo se comprueba que el hecho de ubicar un centro de acopio en una localidad diferente a la planta extractora correspondiente, los costos del sistema de transporte con la propuesta realizada aumentarían, en este caso este aumento será del 9,2% que se ve influenciado directamente al ubicar el Centro de acopio en el predio más cercano a la planta dentro de los predios que se ubican en esta zona de cubrimiento.

La distribución de los costos con la propuesta será del 47,6% para los clientes y 52,4% para Indupalma. La empresa deberá asumir el costo del transporte desde el último predio visitado por las rutas que cubren la zona a la planta y 50% del costo del transporte del predio con mayor producción que resulta tener 300has de tierra en cultivo (ítem III del artículo 4 de la Política de Compra de Fruto).



Adentrándose en las variaciones de los costos de los dos sistemas para los clientes propietarios se destacar una disminución de costos, ya que la distancia con la que se calculará la tarifa de transporte es menor que la utilizada en el sistema tradicional, es decir la distancia entre el predio y el CA es menor a la que existe entre el predio y la planta, destacándose nuevamente que la aplicación de la Política de Compra de Fruto influye positivamente para los costos de la Clientes quienes tendrán como punto de acopio una localidad diferente a la planta extractora.

## **ZONA DE CUBRIMIENTO CA – ZONA NORTE**

### **Análisis de resultados: Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Zona Norte (Ver Tabla 103)**

Los datos generados en el centro de acopio de la zona norte en Oro Rojo ratifican que ubicar un centro de acopio generaría un aumento de los costos del sistema de transporte, para este caso particular el aumento de los costos será del 93% que se ve influenciado directamente al ubicar el centro de acopio en uno de los predios más alejado a la planta dentro de esta zona de cubrimiento, además de considerar que predios que se ubican en la última posición de los recorridos de las rutas para esta zona, poseen la mayor distancia a la planta extractora correspondiente con respecto a los demás predios visitados.

La distribución de los costos de la propuesta será del 12% para los clientes y 88% para Indupalma. La empresa deberá asumir el costo del transporte desde el último predio visitado por las rutas que cubren la zona a la planta (que resulta ser la más alejada de todo el recorrido) y 50% del costo del transporte del predio con mayor producción que resulta tener 300has de tierra en cultivo en este caso el predio El Futuro de la Palma (ítem III del artículo 4 de la Política de Compra de Fruto).

Tabla 102. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Oro Rojo.

CA Oro Rojo	Sistema Tradicional				Sistema Propuesto			
	Temporada Alta		Temporada Baja		Temporada Alta		Temporada Baja	
Predio	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma	Costo Cliente	Costo Indupalma
E - Horizonte	\$2.719.050	\$0	\$762.945	\$0	\$1.359.525	\$1.359.525	\$381.472	\$381.472
A- Zaragoza	\$48.363	\$0	\$24.701	\$0	\$48.363	\$0	\$24.701	\$0
A -Los Medios	\$20.344	\$0	\$10.391	\$0	\$20.344	\$0	\$10.391	\$0
C - Los Medios	\$22.167	\$0	\$8.412	\$0	\$22.167	\$0	\$8.412	\$0
A - La Bohemia	\$33.644	\$0	\$17.183	\$0	\$33.644	\$0	\$17.183	\$0
C- Zaragoza	\$34.333	\$0	\$16.919	\$0	\$34.333	\$0	\$24.701	\$0
A - El Diamante	\$31.569	\$0	\$16.129	\$0	\$31.569	\$0	\$16.129	\$0
<b>Costo Total de Partes</b>	\$2.843.568	\$823.632	\$0	\$0	\$1.484.043	\$1.359.525	\$442.159	\$381.472
<b>Costo Total Temporada</b>		\$3.667.200		\$0		\$2.843.568		\$823.632
<b>Costo Total</b>				\$3.667.200				\$3.667.200

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 103. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Zona Sur.

CA Zona Sur	Sistema Tradicional				Sistema Propuesto			
	Temporada Alta		Temporada Baja		Temporada Alta		Temporada Baja	
Predio	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma
H - Las Elsas	\$281.952	\$0	\$97.778	\$0	\$260.053	\$0	\$90.184	\$0
B - San Isidro	\$48.577	\$0	\$24.719	\$0	\$24.288	\$0	\$12.360	\$0
B - La Esperanza	\$48.450	\$0	\$24.662	\$0	\$24.225	\$0	\$12.331	\$0
A - La Unión	\$63.843	\$0	\$32.608	\$0	\$46.803	\$0	\$23.905	\$0
B - Santa Catalina	\$60.321	\$0	\$30.695	\$0	\$44.221	\$0	\$22.502	\$0
F - Palmar - CA	\$3.257.658	\$0	\$1.459.175	\$0	\$1.596.000	\$1.596.000	\$665.000	\$665.000
Oro Rojo	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$528.591	\$0	\$319.136
<b>Costo Total de Partes</b>	\$3.760.801	\$1.669.636	\$0	\$0	\$1.995.591	\$2.124.591	\$826.281	\$984.136
<b>Costo Total (temporada)</b>	\$5.430.437		\$0		\$4.120.182		\$1.810.417	
<b>Costo Total</b>	\$5.430.437				\$5.930.599			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 104. Comparación de Costos Totales del Sistema Tradicional de Transporte y el Sistema Propuesto para la Zona de Cubrimiento del CA-Zona Norte.

CA Zona Norte	Sistema Tradicional				Sistema Propuesto			
	Temporada Alta		Temporada Baja		Temporada Alta		Temporada Baja	
Pedio	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma	Costo asumido Cliente	Costo asumido Indupalma
D - El futuro de la palma	\$268.904	\$0	\$141.226	\$0	\$134.452	\$134.452	\$16.454	\$16.454
C - Los Lagos	\$168.600	\$0	\$88.983	\$0	\$168.600	\$0	\$88.983	\$0
C - El Pórtico	\$101.333	\$0	\$54.847	\$0	\$109.867	\$0	\$59.465	\$0
B - P. Nuevo	\$66.500	\$0	\$34.460	\$0	\$72.100	\$0	\$37.362	\$0
G - Empalmar II	\$71.413	\$0	\$20.567	\$0	\$80.080	\$0	\$23.063	\$0
A - Alquilería	\$44.089	\$0	\$23.038	\$0	\$60.141	\$0	\$31.425	\$0
C - Alcaraván	\$48.510	\$0	\$23.100	\$0	\$43.260	\$0	\$20.600	\$0
C - Cañaguat	\$50.050	\$0	\$23.716	\$0	\$20.583	\$0	\$9.753	\$0
B - La palmita	\$38.025	\$0	\$19.355	\$0	\$46.231	\$0	\$23.531	\$0
C- P. Primavera	\$44.633	\$0	\$18.540	\$0	\$20.583	\$0	\$8.550	\$0
C - La Venezuela CA	\$41.200	\$0	\$21.287	\$0	\$9.600	\$0	\$4.960	\$0
Oro Rojo	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0	\$646.238	\$0	\$449.452
<b>Costo Total de Partes</b>	\$173.909	\$0	\$469.118	\$0	\$96.997	\$646.238	\$46.795	\$449.452
<b>Costo Total temporada</b>	\$173.909		\$469.118		\$743.236		\$496.246	
<b>Costo Total</b>	\$643.026				\$1.239.482			

Fuente: Elaboración propia.

### **7.7.2 Determinación de factibilidad del escenario propuesto (red logística diseñada), con relación a los costos, los lineamientos de buenas prácticas logísticas y los sistemas integrados de gestión**

Realizado el análisis de los costos particulares para cada una de las zonas de cubrimiento diseñadas en el presente trabajo con respecto al sistema tradicional de transporte, se infiere que:

- La creación de centros de acopio aumentaran los costos totales del sistema de transporte.
- La implementación de la Política de Compra de Fruto beneficiara a los clientes que tengan más hectáreas cultivadas, por consiguiente los predios de mayor producción.
- Y por el contrario perjudicaría a Indupalma, ya que el costo excedente desde el último predio visitado en cada ruta a cada planta debe ser asumido por la compañía.
- Los costos del transporte de los predios con menor producción y que se ubican apartadamente de la planta extractora se reducirán notablemente al tener como punto de referencia el centro de acopio a la hora de determinar la tarifa de transporte a cancelar.

A su vez se deben tener en cuenta otros factores determinantes a la hora de tomar la decisión de implementar un diseño logístico en el sistema de transporte, y es la relación costo-beneficio que tendría su utilización dentro del contexto propio de la realidad de Indupalma. A continuación se nombran algunos factores relevantes a la hora de tomar esta decisión estratégica para la empresa:

- Calidad
  - Materia prima
  - Proceso de Extracción
  - Producto
- Seguridad
  - Materia prima
  - Proceso de Extracción
- Mercadeo
  - Precios de venta de aceite
- Satisfacción del Cliente (Grasco)
- Satisfacción de Proveedor (Propietarios de predios, transportadora)
- Responsabilidad Social
  - Oportunidad laboral
- Costos Pre-operacionales (inherentes a la diseño y montaje de CA)

En las siguientes gráficas se explica la influencia de la propuesta en los factores anteriormente nombrados.

Figura 19. Factores para evaluar la implementación del Diseño de la Red Logística. Establecer Relación Beneficio-Costo



Fuente: Elaboración propia.

Figura 20. Influencia del Diseño propuesto en los factores evaluados para la toma de decisiones estratégicas



Fuente: Elaboración propia

En la figura 20, se establece la relación y la influencia de la propuesta desarrollada y algunos de los factores que se deben tener en cuenta a hora de establecer y tomar una decisión que afecta directamente a la industria desarrollada dentro y alrededor de Indupalma, para ello se tomó en cuenta tanto el micro-entorno que se visualiza como un proceso en la gráfica como el macro-entorno, ítems ubicados en la parte inferior de la figura.

Establecida la influencia dada al emplear de la propuesta logística diseñada frente a los factores evaluados para la toma decisiones estratégicas, se deja la evidencia de una relación beneficio- costo, establecida entre el aumento los costos en el proceso de transporte desde los predios de proyectos asociados hasta la planta extractora, y los beneficios en todo el proceso que se desarrolla dentro de la cadena de abastecimiento en el que se desenvuelve Indupalma.

Además se debe reconocer que implementación del sistema de Centros de Acopio la propuesta, conllevara a la generación de unos costos inherentes al montaje de los mismos, bajo los parámetros de un diseño logístico que cumpla con los parámetros del sistema integrado de gestión pertinentes para la locación de estos puntos de acopio en el entorno de la compañía.

Para finalizar, se debe fijar la atención entre la brecha generada al implementar la Política de Compra de Fruto y los beneficios que le trae a cada una de las partes involucradas ya que como se reflejó cuando se calcularon los costos asumidos por cada parte, Indupalma debe asumir más del 50% de los costos totales en el proceso de transporte, por ello se aconseja evaluar detenidamente las consecuencias que se generan con su aplicación de esta política, y buscar una relación donde se establezca una negociación gana-gana sea tanto para los proveedores como para la empresa misma.



## CONCLUSIONES

Se propuso a Indupalma Ltda., una red logística que satisfaga la oferta de fruto según la producción obtenida por los clientes de negocios asociados, teniendo en cuenta las restricciones logísticas, legales y geográficas que presenta el negocio de extracción de palma de aceite tanto en Sabana de Torres (Santander) como en San Alberto (Cesar).

Para ello se caracterizaron los factores críticos para el diseño de una red logística en Indupalma Ltda., asociada a la distribución de fruto de los proyectos asociados a la planta extractora designada, estableciéndose la necesidad de desarrollar centros de acopio para la distribución de fruto que supla las falencias del sistema manejado tradicionalmente por la compañía que recae directamente en el precio por tonelada de aceite que sale de planta extractora.

Esta caracterización se realizó a través de entrevistas y encuestas a los ingenieros encargados del manejo de los proyectos asociados y se estableció la problemática existente en el tema relacionado con la recolección de fruto de palma desde estos predios; además se conoció la necesidad de desarrollar Centros de Acopio (CA) para la distribución de fruto (transporte) detectando las falencias de los dos sistemas manejados: el manejado por cada Ingeniero encargado (Sistema tradicional) y el desarrollado por la gerencia y Alrio con la creación de CA.

Al identificar las prioridades de los proyectos asociados en cuanto al transporte del fruto se estableció que el costo del servicio, la tendencia a pérdida cero, la recolección y llevada a planta el mismo día, la seguridad en cuanto al peso promedio o los subsidios de Indupalma a los clientes son los puntos esenciales que mejorarían las condiciones en que el sistema tradicional se desenvuelve y al cual le debe apuntar la gerencia con lo que se plantea a través de la Sombra de ALRIO (administración de CA y flota de transporte).

Por otra parte los encuestados afirmaron la necesidad de crear esta red logística, esto amparado por tres razones principales, que son: (1) la organización del sistema de producción y del ciclo de recolección de cosecha que impactará en el crecimiento financiero de la compañía – ahorro y optimización de recursos-, (2) Aumentar la calidad, teniendo como fin la minimización del tiempo que pasa desde que se corta el fruto hasta que es procesado en la planta extractora que influye directamente en la maduración y acidez del fruto, y por último (3) aumentar la seguridad, al disminuir las mermas, asegurando el fruto desde que es cortado en la palma hasta que es entregado en la báscula de la planta extractora.

Al analizar el comportamiento de los factores hallados, para conocer el escenario actual, se determinó la influencia de los canales de comunicación y la

administración de la información por parte de los actores involucrados: dirección de planta, clientes dueños de predios, transportadores e ingenieros encargados de la administración de los proyectos asociados.

Dentro del marco legal, Indupalma debe tener en cuenta lo estipulado por la ley, en lo que respecta al peso máximo para carga pesada en carreteras nacionales, al estar ubicada cerca y por tanto utilizar una vía nacional para el transporte de su fruto a planta, estos reglamentos se contemplan en la Resolución 002888 de 2005 (Octubre 14) y Resolución 001782 de 2009 (Mayo 08) del Ministerio de Transporte de Colombia.

Una vez revisados los aspectos frente a las necesidades de los clientes, ingenieros y la ley correspondiente al transporte se procede a analizar y desarrollar con la aplicación de modelos matemáticos y métodos heurísticos la logística de ubicaciones de instalaciones (Centros de Acopio), teniendo en cuenta que el proceso de extracción de aceite de palma tiene el efecto de estacionalidad, efecto relevante a la hora de definir recursos, rutas y capacidades.

Este proceso utilizó métodos de logística de ubicación de instalaciones que se complementan para así originar de manera heurística una respuesta que ayude a optimizar el proceso del transporte de fruto a cada una de las plantas. Se empezó por implementar el método del barrido, una heurística apropiada para identificar las localidades donde posiblemente se pueden establecer el área a cubrir por los centros de acopio diseñados de la presente propuesta.

Como segunda medida se determinó los puntos donde se ubicaran los centros de acopio, estableciendo criterios para buscar minimizar los costos de su localización, estos criterios son:

- ❖ Los centros de acopio se ubicaran en un área de fácil acceso, es decir próximos a carreteras de vías principales o secundarias para el tránsito vehicular.
- ❖ Los CA se ubicaran en sentido (norte, sur,..etc.) más próximo a la planta extractora correspondiente.
- ❖ Los CA se ubicaran en un área permitida y adecuada para el estacionamiento de los vehículos de carga a utilizar y las operaciones correspondientes a la actividad desarrollada.
- ❖ Los CA deben estar ubicados en áreas permitidas, no carreteras y no propiedad privada, de cumplirse esta última se realizará un proceso de negociación para arrendar el terreno donde se podría ubicar el CA propuesto.
- ❖ Se ubicaran los CA, teniendo como primera posibilidad la ubicación dentro de alguno de los predios de la zona de cubrimiento analizada, minimizando los costos de arrendamiento y/o procesos de negociación de terrenos de propiedad privada.

Una vez desarrollada la logística para la ubicación de los centros de acopio se definió las rutas óptimas de transporte de fruto requeridas para la cobertura de las dos plantas con que cuenta la compañía, ubicadas en San Alberto – Cesar y Sabana de Torres - Santander.

Para ello se propone implementar el algoritmo de los ahorros de Clark y Wright, la cual establece que al tener dos rutas diferentes  $(0, \dots, i)$  y  $(0, \dots, j)$ , estas pueden ser combinadas formando una nueva ruta  $(0, \dots, i, j, \dots, 0)$ , cuyo objetivo es minimizar la distancia total viajada por todos los vehículos y minimizar indirectamente el número de vehículos necesarios para atender todas las paradas.

La identificación de los cinco centros de acopio propuestos, distribuidos para atender las plantas en estudio dio origen a un análisis propio de cada área a cubrir por centros de acopio llamada zona de cubrimiento, fijando para cada una, la ruta base o ideal con la que se cubrirían la oferta de fruto de palma, esto solo teniendo en cuenta el criterio de ahorro de distancias.

Una vez se estableció la ruta ideal según la máxima cantidad de ahorro de distancia concadenando todos los predios respectivos para cada zona de cubrimiento, se debe acentuar la solución a la realidad de Indupalma, es decir tener en cuenta los factores que restringen el problema, lo que originara unas sub-rutas que dependen de la temporada de cosecha en la que se ubique.

El diseño de las rutas para las zona de cubrimiento es particular para cada una, ya que las características de los predios son propios en cada zona, es decir cada predio tiene una capacidad de producción o cosecha que depende del peso promedio del fruto y condiciones que se dan en el ambiente natural donde se desarrolla la palma, por consiguiente establecer dos diseños de ruteo en cada zona de cubrimiento, ya que las condiciones en temporada alta varían notablemente en la temporada baja.

En el desarrollo del modelo se trabajó con las capacidades de los vehículos administrados por Alrio (empresa filiar de Indupalma que maneja la logística de transporte en los predios propios), ya que sus vehículos tienen características similares a los ofrecidos por transportadores de la zona, resaltando que las capacidades de los vehículos se ajustan a la normativa del estado para el tránsito en vías principales.

El realizar el diseño de la ruta implica buscar la combinación de transporte con la menor cantidad de vehículos posible, obedeciendo a las características del sector y zona geográfica al no poseer una amplia oferta de transportadores, igualmente aprovechar toda la capacidad de carga del vehículo a implementar en cada ruta, esto es concadenar la ruta con los predios que aseguren el cargue por lo menos del 90% de la capacidad total del vehículo.

Cada ruta diseñada tiene un último predio que se debe cubrir, donde la carga del vehículo hasta ese punto es próxima o igual a la capacidad del vehículo; una vez se llega a este punto del diseño se decidió dirigir la ruta por el camino de menor distancia al destino final (planta extractora designada). Por otra parte los predios con mayor producción de cada zona cubierta por los CA, enviaran su carga directamente a la planta extractora, disminuyendo el tiempo total de ciclo de producción y acercándose al justo a tiempo, que está relacionado con el punto de acidez del fruto de la palma.

Una vez concluido en anterior paso se simuló la red logística propuesta por cada una de las zonas determinadas para la creación de los Centros de Acopio, simulación realizada de acuerdo al comportamiento de los factores que permita evidenciar una tendencia del proceso de recolección de fruto en cada una de las temporadas con que cuenta el proceso de cosecha del fruto de africana.

Asimismo, se evaluaron los costos inherentes al manejo de la flota entre los predios, centros de acopio y plantas extractoras para cada una de las zonas que se delimitaron para la creación de los centros de acopio, en cada una de las temporadas en que se desenvuelve el negocio de extracción de aceite de palma, para ello se fijaron unos parámetros en el momento de calcular los costos asumidos por clientes y empresa.

- I. La tarifa de que debe pagar cada cliente depende de la distancia que existe desde la ubicación del predio hasta la ubicación del CA, y este será el valor que asumirá el cliente al final del mes en su liquidación.
- II. El costo de transportar el fruto desde el último predio recorrido en la ruta a su destino final (planta extractora), debe ser asumido por la extractora que recibe la carga, y será liquidado con la tarifa que corresponda a la distancia mínima entre este punto y el final de la ruta (planta). Para ello cuando se estableció el diseño de ruta, se evaluó el camino más corto desde el último predio visitado a la planta, también se debe tener en cuenta el costo generado si la ruta debe pasar por algún peaje.
- III. Una vez calculados los costos de la ruta de forma general, se entra a evaluar la aplicación de la Política de Compra de fruto para cada cliente, calculando los costos que se deben asumir tanto por Indupalma como por el propietario del Cliente.

En este punto es inminente realizar la comparación de los dos sistemas, el sistema tradicional y el propuesto en el presente trabajo, comparación donde se evaluó los costos diarios de cada una de las propuestas, pero en la realidad en el sistema tradicional el envío de fruto no se hace diariamente, sino depende de que

la existencia de fruto que cope a lo menos el 90% de la capacidad de carga del vehículo.

Esta comparación se realizó indicando que en el sistema tradicional Indupalma no asume ningún costo, por lo tanto solo los clientes son los encargados de cancelar este valor; en el sistema propuesto se debe tener en cuenta y aplicar la Política de Compra de Fruto dada por gerencia en el año presente del desarrollo de la propuesta, de ahí que para cada predio el costo de transporte no sea el mismo y dependa tanto de la distancia al centro de acopio asignada como del área total del predio en cosecha.

Se resalta que la evaluación se realiza por cada una de las temporadas, esto sustentado en que diferencia en el nivel de producción representa una gran desemejanza de costos.

Bajo este precepto se detectó que (1) la creación de centros de acopio aumentarían los costos totales del sistema de transporte, (2) la implementación de la Política de Compra de Fruto beneficiaría a los clientes que tengan más hectáreas cultivadas, por consiguiente los predios de mayor producción y por el contrario perjudicaría a Indupalma, ya que el costo excedente desde el último predio visitado en cada ruta a cada planta debe ser asumido por la compañía. (3) Los costos del transporte de los predios con menor producción y que se ubican apartadamente de la planta extractora se reducirán notablemente al tener como punto de referencia el centro de acopio a la hora de determinar la tarifa de transporte a cancelar.

Para finalizar se abordó el análisis que conllevaría para determinar si el escenario propuesto de red logística satisface las necesidades de Indupalma Ltda., bajo la variable costo total teniendo en cuenta los lineamientos de buenas prácticas logísticas y sistemas integrados de gestión, contemplando a su vez los factores estratégicos que se deben tener en cuenta al determinar un cambio estructural en su proceso de producción que inicia desde que se siembra la palma hasta que se entrega el producto al cliente que lo solicite.

Establecida la influencia dada al emplear de la propuesta logística diseñada frente a los factores evaluados para la toma de decisiones estratégicas, se deja la evidencia de una relación beneficio- costo, establecida entre el aumento de los costos en el proceso de transporte desde los predios de proyectos asociados hasta la planta extractora, y los beneficios en todo el proceso que se desarrolla dentro de la cadena de abastecimiento en el que se desenvuelve Indupalma

## RECOMENDACIONES

Indupalma Ltda., por su crecimiento no ha tenido en cuenta fundamentos académicos para poder planear sus rutas, lo cual hace que no conozca con precisión los costos, por ello se sugiere que Dirección de Planta quien es el encargado de esta labor hacer una inspección de la teoría vs lo que vive la compañía es su realidad.

Se recomienda desarrollar un estudio Costo – Beneficio con respecto a la implementación de un sistema de Red Logístico para el proceso de transporte, analizando generalizadamente los factores determinantes y criterios para su montaje.

Se recomienda realizar el levantamiento de las distancias desde los predios a los plantas extractoras, con un método de medición topográfico que disminuya el porcentaje de error, en lo que realmente debe pagar los proveedores de fruto.

Por el continuo crecimiento de la empresa se recomienda tener una herramienta más robusta que las aquí implementadas para poder hallar soluciones rápidamente y de manera personalizada para que pueda impactar de forma positiva en los rubros de transporte.

El hecho de conocer una ruta óptima y poder visualizar su costo estimado, debe ser el comiendo para poder analizar distintas variables como infraestructura vial o cosecha en campo para hacer más eficiente el modelo una vez se halle el más idóneo.

Se debe realizar la evaluación económica del nuevo sistema, teniendo en cuenta factores como horas-hombre dedicadas, esto con un estudio de métodos y tiempos, para tener una perspectiva completa del impacto

## BIBLIOGRAFÍA

ALDANA, Daniel; CALDERON, Marcela; JIMENEZ, Juan Pablo. Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma. B.O.T. Concesión de Gerencia. Bogotá, Julio de 2011. 2 p.

BALLESTEROS, Diana Paola; BALLESTEROS, Pedro Pablo. Importancia de la Administración Logística. Scientia Et Technica, Vol. XIV, Número 38, junio 2008. Pp. 217-222. Universidad Tecnológica de Pereira. 218 – 219 p.

BASES OPERACIÓN TRANSFERENCIA (B.O.T.) Concesiones de Gerencia., bajo la dirección de ALDANA, Daniel; CALDERON, Marcela, consultora asociada; JIMENEZ, Juan Pablo, analista. Descripción del Modelo Integral de Desarrollo Agroindustrial de Indupalma. Bogotá, Julio 2011. 9, 10 p.

CASTELAZO, Rodrigo Torres. Logística y Competitividad. Docente Investigador de Logística Facultad de Negocios Internacionales, Universidad Santo Tomás. Revista de Logística. Disponible en: <<http://www.revistadelogistica.com/logistica-y-competitividad.asp>> [Consultado: 27 de enero de 2013]

CECODES. Consejo Empresarial Colombiano para el Desarrollo Sostenible. Asociados a CECODES: Indupalma. Disponible en: <<http://www.cecodes.org.co/index.php/acerca-de-cecodes/asociados/60.html>> [Consultado: 27 de enero de 2013]  
Ibíd., p.1.

CHÁVEZ, Eugenio Reyes; GARCIA, Yamilés Tamayo; ZALDÍVAR, Margaret Leyva. Procedimiento para el Diseño de Redes de Distribución Logística. Universidad de Holguín “Oscar Lucero Moya” Ave. XX. Aniversario, Piedra Blanca, Holguín, Cuba. 3- 13 p.

ESPADA, Alba; TORREALBA, Juan Pablo; TORRES, Hugo Alfonzo. Manual sobre Centros de Acopio. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Ministerio de Agricultura Perú. Lima, 1974. Disponible en: <<http://books.google.com.co/books?id=wnAOAQAIAAJ&pg=PA13&lpg=PA13&dq>>

=centro+de+acopio+concepto&source=bl&ots=fhggmukfZE&sig=8PpCghK6ccGq2zzOVIrmJAia0aM&hl=es&sa=X&ei=VORmUdqIHfYWoyAHfzIGQDQ&ved=0CDAQ6AEwAQ> [Consultado: 24 de abril de 2013]

FONTANILLA, Carlos Andrés. Modelo de Asignación de Centros de Acopio para una Plantación de Palma de Aceite. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería de Sistemas e Industrial. Bogotá, Abril 2012. p., 12.

LÓPEZ, Armando Arias. Evaluación de Tres Sistemas de Transporte Interno de Fruta en Palmas Montecarlo S.A. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía, Escuela de Postgrados. Valledupar, 2009. Disponible en: <<http://www.bdigital.unal.edu.co/2726/1/armandolopezarias.2009.pdf>> [Consultado: 24 de abril de 2013]

MAUTTONE, Antonio; CANCELA, Héctor; URQUHART, María. Diseño y Optimización de Rutas y Frecuencias en el Transporte Colectivo Urbano Modelos y Algoritmos. Universidad de la República, Facultad de Ingeniería. Disponible en: <<http://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0307.pdf>> [Consultado: 25 de abril de 2013]

OLIVERA, Alfredo. Heurística para Problema de Ruteo de Vehículos. Universidad de la República, Facultad de Ingeniería. Montevideo, Uruguay, 2004. Disponible en: <<http://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/reptec/TR0408.pdf>> [Consultado: 27 de abril de 2013]

PRICE WATHER HOUSE COOPERS. Mapa de Procesos de Indupalma. Septiembre 2012. 76 p.

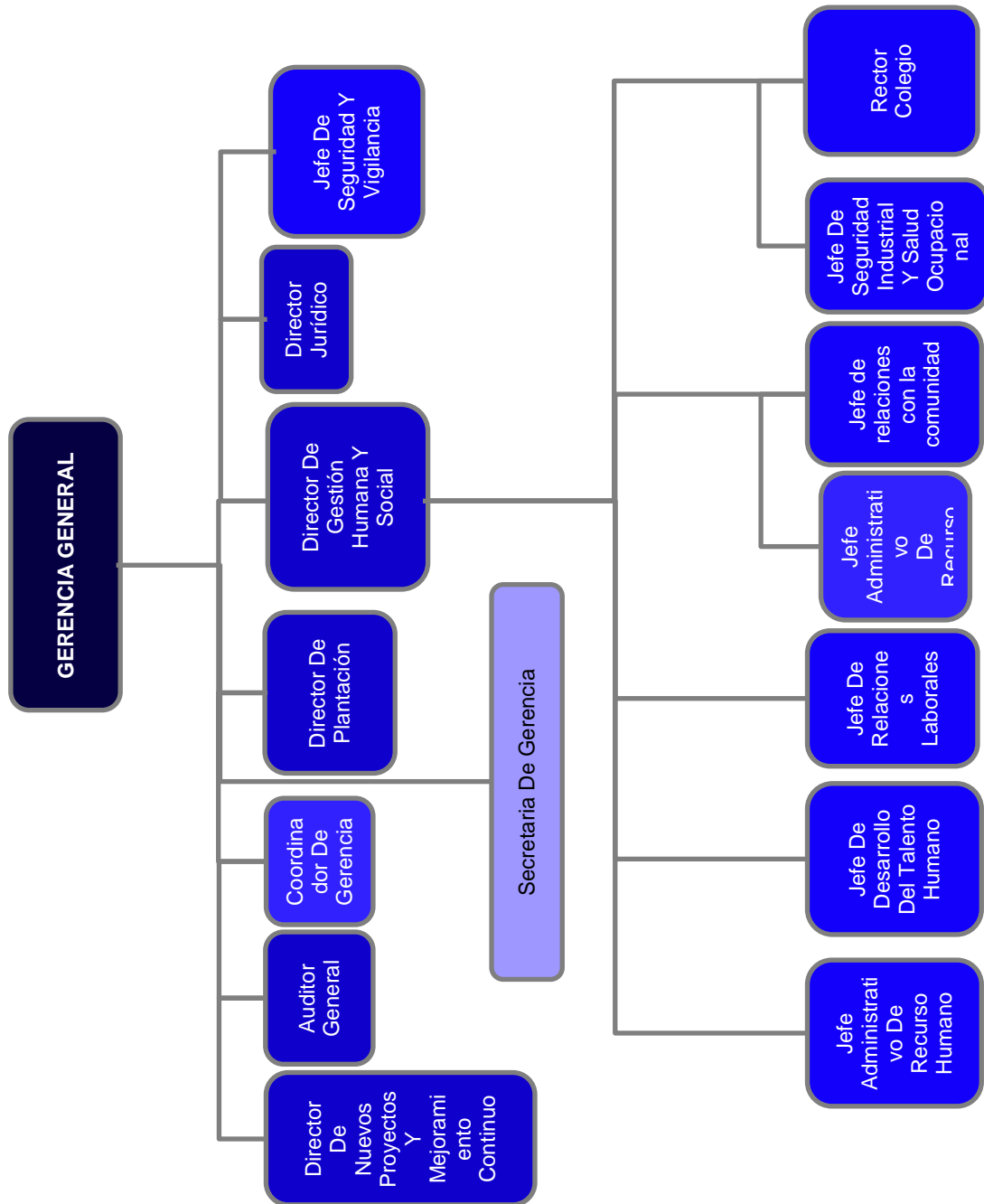
PRIETO, Andrés. Informe El Modelo de Gestión de Indupalma. Consultoría en Estrategia y RSE. p. 17. Disponible en: <[http://www.indupalma.com/sites/default/files/gallery/Informe\\_Modelo\\_de\\_Gestion-esp.pdf](http://www.indupalma.com/sites/default/files/gallery/Informe_Modelo_de_Gestion-esp.pdf)> [Consultado: 27 de enero de 2013]

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL. Grafos, Dígrafos y Árboles. Disponible en: <<http://alteramma.files.wordpress.com/2010/06/unidad-6-grafos-digrafos-y-arboles.pdf>> [Consultado: 9 de mayo de 2013]




## ANEXOS

Anexo 1. Organigrama Indupalma Ltda.



Fuente: Indupalma Ltda.

Anexo 2. Encuesta de Factores Críticos para el Diseño de una Red Logística en Indupalma Ltda., y sus proyectos asociados.

		<b>FACTORES CRÍTICOS PARA EL DISEÑO DE UNA RED LOGÍSTICA EN INDUPALMA LTDA YS US PROYECTOS ASOCIADOS</b>				<b>Destino Datos</b>		
						U	UPB B/manga	
						F	Ing. Industrial	

<b>Nombre del entrevistado:</b>		<b>e-mail:</b>		<b>Fecha:</b>	<b>dd</b>	<b>mm</b>	<b>aaaa</b>
<b>Proyectos Administrados:</b>		<b>Cargo que desempeña:</b>					
<b>Número de clientes total de los proyectos:</b>		<b>Número de parcelas total:</b>					

<b>1. Tiempo que lleva en la empresa:</b>	<input type="checkbox"/> 1. Menos de 1 año <input type="checkbox"/> 2. Entre 1 y 3 años <input type="checkbox"/> 3. Entre 3 y 5 años <input type="checkbox"/> 4. Entre 5 y 7 años <input type="checkbox"/> 5. Más de 7 años
<b>2. Nivel de Estudios:</b>	<input type="checkbox"/> 1. Pregrado <input type="checkbox"/> 2. Especialización <input type="checkbox"/> 3. Maestría

<b>3. ¿Cuáles son los principales problemas que ha detectado de la nueva propuesta de centros de acopio presentado por la dirección de plantación? Ordénelos de mayor a menor importancia. (1 mayor importancia, 10 menor importancia)</b>	
<i>Falta de información clara Clientes - Ingenieros – Transportistas</i>	
<i>Falta de organización en la administración de los Centros de Acopio</i>	
<i>Diseño no estructurado según las necesidades de los clientes.</i>	
<i>Precios variables en las tarifas de pago de fruto a clientes.</i>	
<i>Precios variables en las tarifas de pago a transportista.</i>	
<i>Sobrecostos en el pago de transporte al manejar tarifas que no están establecidas para Indupalma – Alrío – Transportistas Independientes.</i>	
<i>Falta de un diseño procedimental para el manejo de fruto desde su corte, cargue, transporte y descarga del mismo en las tolvas de la planta extractora que no afecte las características fisicoquímicas y de maduración para un mejor aprovechamiento.</i>	
<i>Miedo de los clientes al nuevo sistema.</i>	
<i>Aumento en el tiempo de ciclo de alce y transporte predio – CA – Planta Extractora.</i>	
<i>Falta de capacidad instalada de la empresa administradora del transporte.</i>	

<b>4. ¿Cuáles son los principales problemas que se tienen con el antiguo sistema para la recolección de fruto de los predios a la planta extractora?</b>	
<i>a) Falta de organización en la recolección de fruto (Departamento Agronómico)</i>	
<i>b) Estado de las zonas de acceso para la recolección de fruto.</i>	
<i>c) Disposición de los clientes para administrar sus predios.</i>	
<i>d) Precios del servicio de transporte.</i>	
<i>e) Robo de fruto desde el momento de la recolección hasta la entrega en báscula de la planta extractora.</i>	
<i>f) Regulación manejada legalmente para el transporte de carga pesada en las principales vías.</i>	

<b>5. ¿Cuáles considera usted que es la prioridad del proyecto en cuanto al tema de transporte de fruto?</b>	
<i>a) Costo que paga por el transporte de Fruto.</i>	
<i>b) Tendencia a cero mermas.</i>	
<i>c) Recolección y llevada a planta extractora el mismo día.</i>	
<i>d) Seguridad y transparencia en el peso-promedio del racimo.</i>	
<i>e) Subsidios de Indupalma.</i>	

<b>5. Nivel de importancia de implementación de Centros de Acopio en Indupalma:</b>	<input type="checkbox"/> 1. Alto <input type="checkbox"/> 2. Medio <input type="checkbox"/> 3. Bajo
---	---

<b>6. Desde el inicio de la “Sombrilla de Alrío” responda las siguientes preguntas:</b>				
<i>a) ¿Cómo ha sido el proceso de cambio del antiguo sistema al nuevo?</i>	Excelente	Bueno	Regular	Malo



b) <i>¿Cómo califica el conocimiento de las partes involucradas?</i>				
c) <i>Para la realidad que tiene Indupalma, ¿Cómo considera que el sistema de Centro de Acopio se ha adaptado?</i>				
d) <i>¿Cómo han sido los lineamientos impartidos por la alta dirección en cuanto a Centros de Acopio?</i>				
e) <i>Como administrador de proyecto, los resultados en cuanto a procesos, mejoramiento de recolección, mermas, acidez del fruto (entre otros), hace que considere el nuevo sistema:</i>				

<b>7. Señale si está de acuerdo o en desacuerdo con las siguientes afirmaciones:</b>	SI	NO
a) <i>¿Usted maneja criterios logísticos para la recolección de fruto de los proyectos asociados hacia la planta?</i>		
<i>En caso de respuesta positiva, ¿cuáles son?:</i>		
b) <i>Teniendo en cuenta la nueva propuesta de Centros de Acopio manejado por Indupalma y Alrio en su fase de inicio, ¿Los proyectos que están a su cargo se están acogiendo a su propuesta Sombrilla?</i>		
<i>¿Por qué?</i>		
c) <i>Teniendo en cuenta la visión de Indupalma y a la par de la apertura de la nueva planta en Oro Rojo, ¿El Diseño de la red logística es necesario para la consecución de la misma?</i>		
<i>¿Por qué?</i>		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Predios de los Proyectos Asociados a Indupalma (Población total) relacionado con la distancia a la planta de San Alberto (Indupalma) y Sabana de Torres (Oro Rojo), el estado de la vía utilizada actualmente y el área del predio.

Proyecto	Predio	Predio-Planta Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía	Área (Ha.)
Coopalmag	Los Comuneros - Sonia Cañón	23	NO	72,0	SI	R	365,62
Coopalmag	La Ponderosa - Ricardo Rueda	15,0	NO	65,4	SI	M	50,00
Coopalmag	El Reposo, Buenos aires - Janeth Mateus	41,4	NO	51,5	SI	M	225,00
Coopalmag	Chaparral, Villamary, La Esperanza - Gilberto López	41,4	NO	51,5	SI	M	150,58
Coopalmag	El Dorado - Javier Edgardo Mateus	41,4	NO	51,5	SI	M	15,00
Coopalmag	La Primavera - Roque R. Álvarez	29,4	NO	39,5	SI	B	27,00
Coopalmag	El Gitano - Mercedes Peña	25,4	NO	35,6	SI	B	35,42
Coopalmag	Los Recuerdos - Nohora Alicia Peña	25,4	NO	35,6	SI	B	35,06
Coopalmag	La Reserva - Daniel Peña	25,4	NO	35,6	SI	B	35,11
Coopalmag	La Esperanza - Foción Soto	52,0	NO	37,8	SI	M	63,92
Coopalmag	Parcela # 2 - Mireya Ortiz	26,0	NO	28,0	SI	B	13,92
Coopalmag	La Alquería - Cecilia Rodríguez peña	27,0	NO	26,0	SI	B	46,40
Coopalmag	Parcela No. 13 - Luis Felipe Quintero	26,2	NO	27,0	SI	B	15,00
Coopalmag	La Aurora - José del Carmen Peña	44,0	NO	26,0	SI	B	10,00
Coopalmag	Torcerme - Luvy Esperanza Merchán - La Sultana	84,2	SI	32,7	NO	M	36,15
Coopalmag	La Fortuna - Ernestina Rincón	77,2	SI	26,7	NO	M	30,00

Proyecto	Predio	Predio-Planta Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía	Área (Ha.)
Coopalmag	Monterrey - Sebastián Noguera	80,2	SI	29,7	NO	M	28,36
Coopalmag	La estrella - German Alfonso Suarez	56,0	NO	8,0	NO	R	20,00
Coopalmag	Los Medios - Jorge Enrique Cubides	48,4	SI	4,0	NO	B	46,00
Coopalmag	San Luis - Luis Alejandro Díaz - Los Alargues	46,5	NO	7,0	NO	R	25,28
Coopalmag	Las Gaviotas y Los Pinos - Johana Teresa Villamizar	46,5	NO	7,0	NO	R	24,00
Coopalmag	Altamira - Aura Teresa Tamayo	45,5	NO	7,0	NO	R	25,72
Coopalmag	La Bohemia - Carlos Fernando Peluha	60,9	SI	17,0	NO	B	37,69
Coopalmag	El Diamanta - Claudia Lucia caballero	61,9	SI	18,0	NO	B	28,32
Coopalmag	La Zaragoza - José Santos Bautista	58,9	SI	15,0	NO	R	50,00
Coopalmag	AGUA Bonita - Pedro Chivata						
Coopalmag	Méjico - Bertha Tamayo	54,3	SI	8,0	NO	M	24,67
Coopalmag	El polvillo - Isaías Velandia	62,3	SI	27,0	NO	R	22,00
Coopalmag	La raya - Pedro Lizcano	62,3	SI	27,0	NO	R	10,00
Coopalmag	La Unión - María Patricia Sanchez	100,0	SI	55,0	NO	B	38,60
Coopalmag	El Chamito - Carlos Alberto Mantilla	69,3	SI	23,0	NO	B	23,24
Coopalmag	La Ceiba - Jhon Alexander Mantilla	69,3	SI	23,0	NO	B	23,24
Coopalmag	La Orquídea - Luis Jesús Mantilla	69,3	SI	23,0	NO	B	23,24
Coopalmares	San José - Arnulfo Leonardo Moncayo	45,0	NO	95,5	SI	M	25,96
Coopalmares	El Prado - Omar Patiño Fonseca	60,0	NO	110,3	SI	M	40,22



Proyecto	Predio	Predio-Planta Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía	Área (Ha.)
Coopalmares	El Sitio - José del Carmen Mariño	36,4	NO	46,5	SI	B	20,17
Coopalmares	Villa Nueva - Jesús Oswaldo Arias	41,4	NO	47,6	SI	B	91,41
Coopalmares	Lote # 2 - Ana Delia Zarate	24,7	NO	27,0	SI	B	26,59
Coopalmares	Lote Villa Eva - Octavio Camilo Cuevas	40,0	NO	11,0	SI	B	31,69
Coopalmares	El Topaz - Leonardo Franco	30,0	NO	24,0	SI	B	9,92
Coopalmares	El Manzano - Luis Antonio ríos	30,0	NO	24,0	SI	B	10,24
Coopalmares	Aracuara - Nelson Rojas	32,0	NO	19,0	SI	B	13,25
Coopalmares	Lote # 46 - Flaminio Martínez	34,0	NO	21,0	SI	B	16,60
Coopalmares	La Violeta - Gloria Rojas	47,0	NO	10,0	SI	R	19,71
Coopalmares	Pueblo Nuevo - Orlando Ulloa	81,2	SI	30,7	NO	M	65,64
Coopalmares	La palmita - Ramiro Peñaranda	68,5	SI	18,0	NO	M	56,48
Coopalmares	Villa Vera - Henry Vera	39,0	NO	8,0	SI	B	10,39
Coopalmares	Granja La Puyana - Gonzalo cely	49,7	SI	6,0	NO	M	9,46
Coopalmares	Mata de palma - Julián Jiménez	46,4	SI	4,0	SI	B	41,25
Coopalmares	Nuevo Amanecer - Luis Francisco Silva	67,8	SI	23,0	NO	B	17,59
Coopalmares	El Encanto - Arcadio Morales	67,8	SI	23,0	NO	B	12,13
Coopalmares	Puerto Arturo - Luis Alfonso correa	67,8	SI	23,0	NO	B	10,03
Coopalmares	El Diviso - Martha Inés Moyano	66,8	SI	22,0	NO	B	15,00
Coopalmares	El Pomarroso - Exedito Martínez	66,8	SI	22,0	NO	B	18,51
Coopalmares	Las delicias - Josefina Silva	55,0	SI	11,0	NO	M	9,00
Coopalmares	La Floresta - Hipólito Camargo	49,0	SI	5,0	NO	B	31,90
Coopalmares	La Mariana - Hipólito Camargo	76,4	SI	28,0	SI	B	17,15



Proyecto	Predio	Predio-Planta Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía	Área (Ha.)
Coopalmares	El Diamante - Segunda Hortencia	50,3	SI	4,0	NO	B	12,81
Coopalmares	Las Palmas - Raquel Lucia Jaimes	61,9	SI	18,0	NO	B	25,52
Coopalmares	La Esperanza - Luis María González	63,3	SI	17,0	NO	M	56,74
Coopalmares	San Isidro - Ernesto Pizón	62,3	SI	16,0	NO	B	72,15
Coopalmares	Los Guayacanes - Alfredo Montejo	75,3	SI	29,0	NO	M	19,07
Coopalmares	Santa Catalina - Hernán Jiménez	100,0	SI	59,0	NO	B	43,04
Coopsabana	San Francisco - Eleuterio Leal	15	NO	63,7	SI	R	61,40
Coopsabana	La Ponderosa - Ricardo Rueda	34	NO	84,4	SI	R	100,00
Coopsabana	Lote No. 3 - Adán González	45,0	NO	95,3	SI	R	30,00
Coopsabana	Aguablanca - José Rodolfo Herrera	45,0	NO	95,3	SI	R	30,00
Coopsabana	El Dorado - Javier Edgardo Mateus	41,4	NO	51,5	SI	M	45,00
Coopsabana	La Guayabera - Marco Antonio Rodríguez	41,4	NO	51,5	SI	R	29,15
Coopsabana	Playa Rica - Gerardo Aranda	31,4	NO	41,5	SI	B	35,00
Coopsabana	Lago Azul - Luis Alfonso Aranda	31,4	NO	41,5	SI	B	29,22
Coopsabana	La Pradera - Jairo Criado	57,0	NO	42,8	SI	R	16,83
Coopsabana	El Topacio - Jairo Blanco Guerrero	57,0	NO	42,8	SI	R	20,10
Coopsabana	Los Lagos - Luis Felipe Rivera	56,6	NO	46,0	SI	R	102,00
Coopsabana	Los Almendros - Joaquín Guerrero	47,6	NO	37,0	SI	R	15,00
Coopsabana	La Gloria - Juan Crisóstomo Mesa	47,6	NO	37,0	SI	R	10,00
Coopsabana	Alcaraván - Presentación Hernández	47,6	NO	37,0	SI	R	19,00
Coopsabana	El Rosal - Rigoberto Gómez	47,6	NO	37,0	SI	R	10,00



Proyecto	Predio	Predio-Planta Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía	Área (Ha.)
Coopsabana	Villa Paz - Cristóbal Márquez	47,6	NO	37,0	SI	R	15,00
Coopsabana	El Diamante - Luis Felipe Quintero	26,2	NO	27,0	SI	B	15,00
Coopsabana	La Esmeralda - Alberto Uribe	38,0	NO	21,0	SI	B	10,00
Coopsabana	La Tebaida - David Sepúlveda	36,0	NO	19,0	SI	B	13,00
Coopsabana	Ucrania - Fidel Avilés	37,0	NO	20,0	SI	B	15,00
Coopsabana	La Aurora - José del Carmen Peña	44,0	NO	26,0	SI	B	10,00
Coopsabana	Los Cañaguaté - Carlos Cuellar	87,2	SI	36,7	NO	R	50,00
Coopsabana	La Sultana - Lucy Esperanza Merchán	85,2	SI	33,7	NO	R	30,00
Coopsabana	La Arcana - Carlos Arturo Acuña	86,2	SI	34,7	NO	R	10,00
Coopsabana	La Venezuela - Javier Gómez Acevedo	82,2	SI	31,7	NO	M	60,23
Coopsabana	Puerto Primavera - Raúl Castaño	77,2	SI	26,7	NO	R	50,00
Coopsabana	El Pórtico - Sonia Margie Rojas	81,2	SI	30,7	NO	M	150,00
Coopsabana	Matecaña - Horacio miranda	45,0	NO	11,0	NO	B	18,00
Coopsabana	Santa Elvia - William Javier Martínez	47,2	SI	8,0	NO	R	10,00
Coopsabana	Los Medios - Jorge Enrique Cubides	48,4	SI	4,0	NO	B	69,00
Coopsabana	Los Alargues - Luis Alejandro Díaz	46,5	NO	7,0	NO	R	20,00
Coopsabana	Las Garzas - Reyno Rueda	46,5	NO	7,0	NO	R	25,00
Coopsabana	Los Pinos - Johanna Villamizar	46,5	NO	7,0	NO	R	25,00
Coopsabana	Guayacán - Diego Luis Sandoval	54,0	SI	10,0	NO	R	20,00
Coopsabana	Villa Luz - Alix María Torres	64,0	SI	18,0	NO	B	15,00
Coopsabana	La Zaragoza - José Santos Bautista	58,9	SI	15,0	NO	R	40,00



Proyecto	Predio	Predio-Planta Indupalma (Km)	Peaje	Predio-Planta Oro Rojo (Km)	Peaje	Estado de Vía	Área (Ha.)
Coopsabana	El porvenir - Marco Antonio Quintero	72,3	SI	26,0	NO	B	12,00
Coopsabana	El porvenir - Andrés Mayorga	62,3	SI	27,0	NO	B	15,00
El Futuro de la palma	El futuro de la palma	77,2	SI	26,7	NO	R	434,21
El Horizonte	El Horizonte	67,9	SI	25,0	NO	R	1.301,0
El Palmar (Los Olivos)	El Palmar (Los Olivos)	66,3	SI	20,0	NO	R	1.490,5
El Palmar (Casa lata)	El Palmar (Casa lata)	76,3	SI	30,0	NO	R	
El Palmar (La Raya)	El Palmar (La Raya)	86,3	SI	40,0	NO	R	
Empalmar II	Empalmar II	66,5	SI	16,0	NO	R	104,83
Las Elsas	Las Elsas	91,3	SI	45,0	NO	R	203,47

Fuente: Elaboración propia.



## ANEXO 4. POLÍTICA DE COMPRA DE FRUTO DE INDUPALMA

 <b>INDUPALMA®</b> <small>Negocios en la palma de su mano</small>	<b>POLÍTICA COMPRA DE FRUTO A TERCEROS</b>	1803-PO-311-IND	
		R.04	2013-Feb-14

Por la cual se reglamentan los criterios que aplicará Indupalma para la compra de fruto de palma de aceite.

### LA GERENCIA GENERAL

#### CONSIDERANDO

Que se deben definir los criterios con los cuales Indupalma comprará fruto a los proveedores localizados en las zonas de influencia de sus dos plantas extractoras.

Que se requiere establecer Alianzas estratégicas con los proveedores de fruto de la región mediante unas condiciones que permitan el gana-gana de ambas partes.

Que es necesario suministrar oportunamente fruto a la planta de aceite suficiente y oportuno en las dos plantas extractoras para su operación eficiente y su sostenibilidad económica.

#### RESUELVE

**Artículo 1.** La presente política aplica para todos los proveedores a quienes Indupalma y Ororojo compren fruto de palma de aceite tanto de proyectos administrados por Indupalma como de proyectos no administrados.

**Artículo 2. Contratos de compra venta de fruto.** Los proveedores que vendan fruto de palma de aceite a Indupalma deberán suscribir un contrato de compra venta de fruto por un período no inferior a tres (3) años, cuando las plantaciones no son administradas por Indupalma. Para las plantaciones administradas por Indupalma rige el Contrato ya firmado.

**Artículo 3. Precios.** Los precios que pagará Indupalma a los proveedores de fruto en cultivos administrados y no administrados estarán en función del comportamiento del precio del aceite de palma crudo en el mercado nacional y operará si el cálculo nacional es diario, semanal, quincenal o mensual. El porcentaje de pago sobre el precio nacional del aceite de palma crudo será el siguiente:


- Para los contratos de compra-venta de fruto vigentes se respetará el porcentaje de pago establecido en dichos contratos.
- Para los nuevos contratos de compra-venta de fruto que se suscriban a partir del 1 de diciembre de 2012, se pagará por cada tonelada de fruto recibida tanto en Guineensis como de híbrido, el 15% de precios de la tonelada de aceite de palma en el mercado nacional, descontado los aportes a los Fondos parafiscales palmeros para los cultivos que estén entre el primer y el segundo año de producción. A partir del tercer año de producción el porcentaje de pago tanto de Guineensis como de híbrido será el 17%.

**Artículo 4. Beneficios.** Los proveedores de fruto en proyectos no administrados por Indupalma dispondrán de los siguientes beneficios:

- Suministro de fertilizantes:** Por intermedio de la comercializadora C.I. Acepalma se tramitará la venta financiada de los fertilizantes que requieran los proveedores de fruto para sus cultivos. El pago de los mismos por parte del proveedor a C.I. Acepalma se hará mediante autorización otorgada por el proveedor de fruto para que dicho pago sea descontado del valor de la venta de fruto entregado a Indupalma.
- Capacitación:** Los proveedores de fruto de Indupalma recibirán capacitación técnica en los principales aspectos relacionados con el cultivo de la palma de aceite, la cual se desarrollará mediante la metodología de Escuelas de Capacitación Agrícola (ECA). Estos eventos de capacitación se programarán con una periodicidad semestral.
- Costo de transporte de fruto:** Para el transporte y recolección de fruto de los proveedores de cultivos administrados y no administrados, Indupalma establecerá, a partir del 1 de diciembre de 2012, los siguientes Centros de Acopio y Distribución (CAD):
  - CAD 1: Centro de Acopio y Distribución EL PALMAR. Predio ubicado al frente del proyecto El Palmar.



)

	<b>POLÍTICA COMPRA DE FRUTO A TERCEROS</b>		1803-PO-311-IND	
			R.04	2013-Feb-14

- CAD 2: Centro de Acopio y Distribución LEBRIJA. Predio ubicado en la finca La Aracuara.
- CAD 3: Centro de Acopio y Distribución SAN RAFAEL. Predio ubicado en la bufalera del Topacio.
- CAD 4: OROROJO. Planta extractora, de Sabana de Torres
- CAD 5: INDUPALMA, Planta Extractora de San Alberto, Km 10 vía Panamericana, San Alberto (Cesar).
- CAD 6: Centro de Acopio y Distribución CAMPO TIGRE. Predio ubicado en la finca la Flecha.

El proveedor de fruto asumirá el costo de transporte desde su predio al Centro de Acopio más próximo establecido por Indupalma, según las tarifas establecidas en el Anexo 1.

Si el predio del proveedor de fruto está ubicado a más de 60 kilómetros del Centro de Acopio, Indupalma asumirá el costo de transporte del kilometraje adicional desde el Km 61 hasta el Km 80; si el predio está ubicado a más de 81 kilómetros, Indupalma asumirá el 50% del costo de transporte adicional desde el km 81.

Si el predio del proveedor de fruto es superior a 300 hectáreas, Indupalma asumirá el 50% del costo del transporte desde el predio hasta la planta extractora.

La política de costo de transporte de fruto se aplica a todos los proveedores que se acojan a las tarifas, procesos, controles y organización de ALRIO, empresa responsable del transporte de fruto. ALRIO podrá contratar para el transporte de fruto los vehículos de los proveedores, siempre y cuando éstos se acojan a las tarifas y política establecida por la empresa.

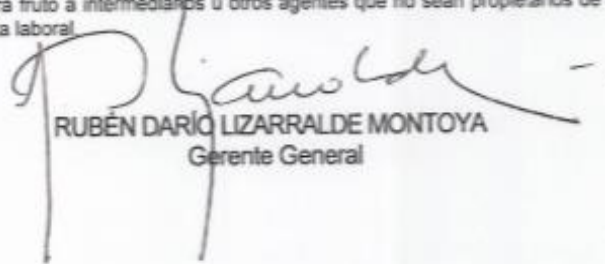
Si el proveedor transporta su fruto directamente hasta la planta extractora sin cumplir con lo reglamentado por ALRIO, la Planta extractora recibirá el fruto pero el proveedor no obtendrá el beneficio de costo de transporte.

- d. **Periodicidad y forma de pago:** El pago de fruto a los proveedores se realizará el viernes de la semana siguiente a la presentación de la factura del fruto entregado, mediante consignación en las cuentas indicadas por los proveedores.
- e. **Financiación de plántulas:** Indupalma financiará a los proveedores de fruto que suscriban contrato con Indupalma, las plántulas que requieran para las resiembras o nuevas siembras de sus cultivos de palma de aceite, con plazos entre uno y tres años, según las condiciones de cada proveedor. El costo de esta financiación será del DTF+4.

**Artículo 5. Penalizaciones.** Para los proveedores de fruto que correspondan a cultivos administrados por Indupalma no se aplicará la penalización por la mala calidad del fruto en el momento de la compra. Esta penalización deberá ser aplicada en campo a quien realiza la cosecha.

Para los proveedores de fruto que corresponden a cultivos no administrados por Indupalma se aplicará la penalización por mala calidad del fruto en el momento de la compra según los criterios de calidad establecidos por Indupalma. (Anexo 2)

**Nota:** Indupalma no comprará fruto a intermediarios u otros agentes que no sean propietarios de cultivos. Esta práctica se considerará una grave falta laboral.

  
**RUBÉN DARÍO LIZARRALDE MONTOYA**  
 Gerente General

