



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Diseño de una planta de envasado y despacho de GLP en
cilindros utilizando la metodología Systematic Layout Planning”.**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

MAGÍSTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS

Presentada por:

Wilmer Colón Sierra Alegría

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2023

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi director de proyecto, el Dr. Oscar Calero M., a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo, y especialmente a mi esposa por siempre animarme para continuar estudiando y aprendiendo.

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedicado a
mi esposa, madre, familiares
y amigos.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

**Oscar Calero M., Msc.
DIRECTOR DE PROYECTO**

**María Laura Retamales, MSc.
VOCAL**

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

Wilmer Colón Sierra Alegría

RESUMEN

La empresa objeto de estudio es una comercializadora de GLP (Gas Licuado de Petróleo) líder del mercado, que se dedica a la recepción, abastecimiento, transporte, almacenamiento, distribución y envasado de GLP. Tiene operaciones propias distribuidas a nivel nacional con cuatro plantas de envasado y almacenamiento que cubre la demanda de las regiones costa, sierra y amazonía. Cuenta con una flota propia para el transporte de GLP que abastece a las plantas de envasado y una flota propia de vehículos graneleras que reparten GLP a clientes en el sector doméstico e industrial.

De forma adicional desde el año 2014 mantiene una quinta operación dentro de las instalaciones de un proveedor que realiza el servicio de envasado por el cual se paga una tarifa determinada. La mayor producción y demanda de GLP se concentra en esta instalación la cual representa alrededor del 50% de las ventas totales de la empresa. Por lo que representa un punto clave para el desarrollo y crecimiento de esta.

Particularmente la operación dentro de la instalación del proveedor es la que genera altos costos, altos tiempos de espera para despacho de clientes y baja capacidad de producción ya que al no ser una planta propia no se tiene dominio completo de los procesos para mejorarlos.

El objetivo del proyecto consiste en el diseño de una nueva planta de envasado y despacho de GLP en cilindros de 15 kg por medio de la metodología SLP (Systematic Layout Planning) que contribuya el aumento de capacidad de producción, disminución de los tiempos de espera y costos. La metodología da una pauta muy importante para el diseño de instalaciones en las cuales todas las partes que la componen funcionen de una manera eficiente.

La ubicación de la nueva planta está definida por la empresa ya que adquirió un terreno industrial donde se construirá la planta cumpliendo con todos los requisitos ambientales, normas de seguridad nacionales e internacionales, entre otras.

Para efectos del desarrollo del proyecto, en primera instancia se realiza una recolección de información histórica de los datos de interés (costos, tiempos de espera, capacidad de producción) para mapear la situación actual y determinar necesidades que se deben cubrir con el nuevo diseño tomando en cuenta la relación de los procesos con el método from-to-chart y relationship-chart.

Luego se elaboran y proponen los diseños de acuerdo con la metodología SLP que más se ajustan para el mejoramiento del proceso de envasado y despacho de GLP en cilindros considerando el flujo de los materiales y personas que intervienen en el proceso.

Finalmente, los diseños elaborados se los traslada al software de simulación "Flexsim" el cual nos confirmará que diseño es el más adecuado para el cumplimiento del objetivo general.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPÍTULO 1.....	1
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Definición del problema.....	3
1.3. Objetivos: general y específicos	3
1.4. Descripción de la metodología	4
1.5. Resultados esperados.....	4
CAPÍTULO 2.....	5
2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA.....	5
2.1. Diagnóstico situacional.....	5
2.2. Datos de la nueva instalación propia de la empresa.....	10
2.3. Análisis de relaciones de actividades	11
2.4. Diagrama nodal.....	12
2.5. Desarrollo de alternativas.....	13
2.6. Evaluación de alternativas.....	16
2.7. Propuesta de diseño.....	18
2.8. Información para las simulaciones.....	19
CAPÍTULO 3.....	22
3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS.....	22
3.1. Capacidad de producción y horas de trabajo.....	22
3.2. Tiempos de espera de los camiones	24
3.3. Impacto financiero	25
CAPÍTULO 4.....	28
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	28
4.1. Conclusiones.....	28
4.2. Recomendaciones.....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	29
ANEXOS.....	30

ABREVIATURAS

GLP	Gas Licuado de Petróleo
VSM	Value Stream Mapping
SLP	Systematic Layout Planning

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Costos de envasado	2
Figura 1.2 Tiempos de espera de los camiones en la planta.....	2
Figura 2.1 Recorrido de un camión en la instalación del proveedor	6
Figura 2.2 VSM actual del proceso de despacho de GLP en camiones distribuidores	8
Figura 2.3 Paros no programados por área	10
Figura 2.4 Diagrama nodal.....	12
Figura 2.5 Alternativa 1 de propuesta de layout	14
Figura 2.6 Alternativa 2 de propuesta de layout	15
Figura 2.7 Layout propuesto	18
Figura 3.1 Camiones que ingresan a la planta del proveedor	22
Figura 3.2 Camiones despachados en la planta del proveedor.....	22
Figura 3.3 Camiones despachados en la planta propia.....	23

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de los puntos de recorrido de un camión	6
Tabla 2. Distancias entre puntos de recorrido de un camión.....	7
Tabla 3. Detalle de paros no programados de enero a junio 2022	9
Tabla 4. Espacios por área en nueva planta	10
Tabla 5. Criterios de cercanía	11
Tabla 6. Identificación de áreas	11
Tabla 7. Pesos de relaciones entre áreas	12
Tabla 8. Bloques por área.....	13
Tabla 9. Resultados de adyacencia para la alternativa 1	16
Tabla 10. Resultados de adyacencia para la alternativa 2	17
Tabla 11. Identificación de áreas en nuevo layout	19
Tabla 12. Consideraciones para el modelado de la situación actual	20
Tabla 13. Consideraciones para el modelado de la situación propuesta	20
Tabla 14. Resumen situación actual	23
Tabla 15. Resumen situación propuesta	23
Tabla 16. Tiempos de espera situación actual	24
Tabla 17. Tiempos de espera situación propuesta	24
Tabla 18. Producción.....	25
Tabla 19. Reducción en horas de trabajo.....	25
Tabla 20. Ingresos del proyecto.....	25
Tabla 21. Costo de ventas	26
Tabla 22. Inversiones.....	26
Tabla 23. Flujo de caja.....	27

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

1.1. Antecedentes

La empresa en mención se dedica a la comercialización de GLP (Gas Licuado de Petróleo) en los segmentos Envasado en cilindros de acero y al Granel en vehículos cisterna repartidoras. Para esto cuenta con 4 plantas propias a nivel nacional y desde el año 2014 mantiene operaciones en las instalaciones de un proveedor el cual realiza el envasado de los cilindros (maquila).

La empresa dentro de las instalaciones del proveedor no tiene dominio de los procesos productivos, lo que esto ocasiona defectos de calidad en los cilindros y reclamos de clientes, constantes paradas no planificadas de los equipos de producción que generan horas extras de trabajo y retrasos en los despachos, falta de personal en los puestos de trabajo, entre otros.

El costo del servicio de envasado tiene un valor de US\$17,50 por tonelada de GLP envasada que la empresa le paga al proveedor según las toneladas envasadas en el mes, esto sumado a los otros costos de producción existentes resulta en un costo total promedio de US\$25 por tonelada. Este costo contrasta en gran medida respecto a las otras plantas que existen a nivel nacional las cuales mantienen un costo promedio de US\$14 por tonelada de GLP envasada.

En la figura 1.1 se observa el historial de los costos desde el año 2012 hasta el año 2021 donde se aprecia que desde el año 2014 los costos de envasado se incrementan con la operación del proveedor frente a los costos en las plantas propias los cuales se mantienen en promedio en US\$14.

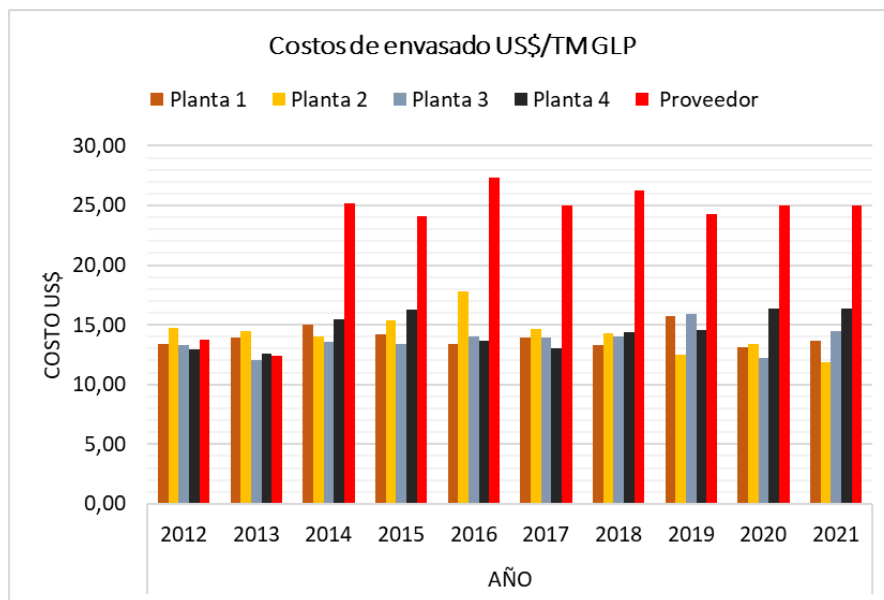


Figura 1.1 Costos de envasado

Fuente: Autor

El transporte de los cilindros envasados a los clientes finales se lo realiza por medio de compañías Transportistas Distribuidores los cuales llegan a las plantas con sus camiones para ser abastecidos. En la instalación del proveedor el proceso de abastecimiento al camión es lento por los diferentes subprocesos que se manejan. Esto ocasiona una mala experiencia al Transportista por lo que debe esperar en promedio 01:30:00 horas en ser atendido en todo el proceso de despacho. La figura 1.2 muestra el historial del tiempo de espera de los camiones en la planta, donde desde el año 2014 se mantiene en promedio en 01:30:00 horas.

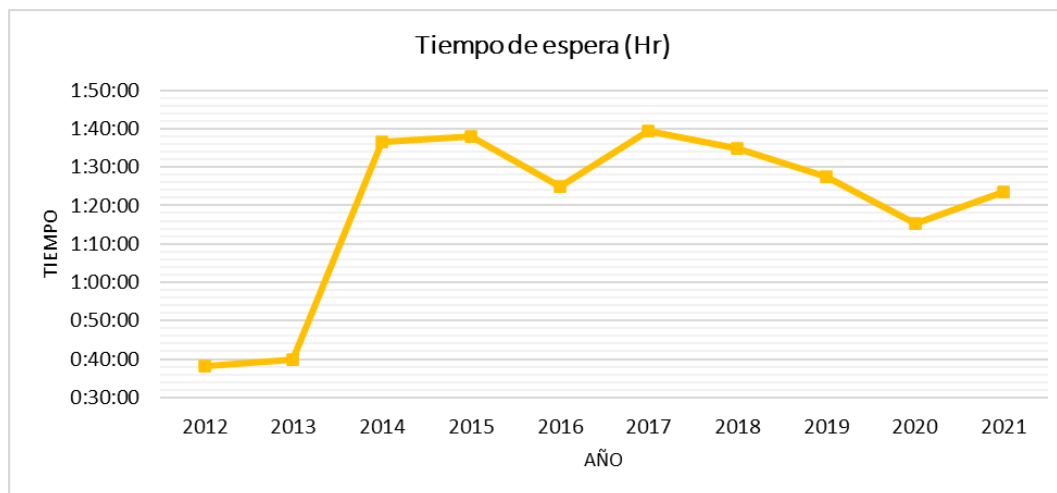


Figura 1.2 Tiempos de espera de los camiones en la planta

Fuente: Autor

La capacidad de producción del proveedor es de 1.800 cilindros envasados por hora, con esta capacidad no se logra atender rápidamente a los Transportistas quienes desean una atención ágil en la planta para abastecer sus bodegas con cilindros llenos de GLP.

La empresa actualmente se ha propuesto incrementar su participación de mercado, por lo que, para satisfacer esa necesidad de demanda, se requiere aumentar la capacidad de producción y despacho que en este momento le resulta insuficiente dentro de las instalaciones del proveedor.

Para lograr lo propuesto, la empresa ha adquirido un terreno industrial en el cual construirá su planta propia cumpliendo todas las normativas requeridas.

1.2. Definición del problema

Actualmente existe baja capacidad de producción y altos tiempos de espera en el despacho de GLP envasado en cilindros, esto ocurre desde que la empresa empezó sus operaciones dentro de las instalaciones del proveedor. La capacidad de producción que tiene el proveedor es de 594 toneladas GLP/día lo que no cubre la demanda la cual es en promedio máximo 700 toneladas GLP/día. Por el lado de los costos, la operación dentro del proveedor cuesta un 44% más respecto a los costos de las plantas propias.

1.3. Objetivos: general y específicos

Objetivo General.

Diseñar un Plant Layout en la nueva localización definida por la compañía para el proceso de envasado y despacho de GLP en cilindros reduciendo los costos, tiempos de espera a clientes y aumentando la capacidad de producción por medio de la técnica SLP (Systematic Layout Planning), todo esto verificado con la utilización del software simulador "Flexsim".

Objetivos Específicos

- Realizar un diagnóstico situacional del proceso de envasado y despacho de GLP en cilindros mediante investigación tal como entrevistas, información documentada.
- Realizar un Plant Layout preliminar para la nueva planta de envasado ubicando las diferentes zonas de proceso, los servicios auxiliares, los servicios industriales, la relación entre las áreas de trabajo, así como espacios para futuras extensiones utilizando la metodología SLP (Systematic Layout Planning).
- Validar a través de un software de simulación (Flexsim) que el Plant Layout propuesto escogido se ajusta a los requerimientos que busca la empresa.

1.4. Descripción de la metodología

Este proyecto se basa en la aplicación de la metodología SLP (Systematic Layout Planning) que concentra 3 pilares para la determinación de un buen diseño de planta los cuales son: relaciones (flujo de material, actividades), espacio (espacio disponible, diagrama de bloques) y ajustes (varios diseños, evaluaciones).

Actualmente la planta de envasado del proveedor presenta una mala distribución de planta la cual ocasiona movimientos innecesarios, congestión de los equipos de transporte como lo son montacargas, camiones distribuidores. Lo que se busca en este escenario es encontrar la mejor distribución de las zonas de trabajo y su relación de afinidad como lo menciona (Muther & Hales, 2015).

Para lograr obtener un buen diseño es importante recolectar toda la información disponible de lo que la empresa está buscando a mediano y largo plazo, tal como lo hicieron (Suhardi et al., 2019), y (Benitez et al., 2018) se realizarán visitas al lugar destinado para la construcción de la nueva planta para ir bosquejando posibles diseños acorde a la dimensión y facilidades del sitio, recopilación de información mediante entrevistas e información documentada.

Luego de obtenida la información necesaria para el desarrollo de la metodología se procede a seguir los pasos como lo menciona Subodh B & SS. Kuber (2014) que en primer lugar analiza el producto que fluye y la cantidad de este. Para el caso de estudio solo existe un material que es el cilindro de 15 kg que se envasa en grandes volúmenes diariamente.

Continuando con la metodología el siguiente punto a tratar es la creación del cuadro de relaciones entre actividades que muestra en términos cualitativos el grado de importancia de tener cercanías entre las áreas de trabajo o departamentos por donde fluye el producto. (Ali Naqvi et al., 2016).

De acuerdo con los resultados del cuadro de relaciones de actividades se puede crear el diagrama de bloques según menciona (Potadar & Kadam, 2019) en el cual se puede visualizar de primera mano cómo quedaría el diseño final, adicional en esta etapa se pueden crear varios diagramas de bloques presentar algunas propuestas para su evaluación.

Como parte final se debe evaluar el mejor diseño mediante la eficiencia de adyacencia (Suhardi et al., 2019) que nos da una pauta para decidir que diseño aceptar.

1.5. Resultados esperados

Con la simulación del diseño propuesto se pretende reducir las horas diarias de trabajo en un 18%, así como mejorar los tiempos de atención de los camiones distribuidores de 1 hora y 30 minutos a 30 minutos, y una reducción del 44% en promedio del costo total de producción.

CAPÍTULO 2

2. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

2.1. Diagnóstico situacional

Actualmente el proceso de despacho y envasado de GLP en cilindros presenta muchas falencias tales como largas distancias de recorrido, controles redundantes, que se traducen en altos tiempos de atención a los clientes en este caso los distribuidores.

El proceso de despacho en resumen comprende desde que el camión distribuidor ingresa a las instalaciones del proveedor, se le realizan los “controles operativos”, carga y descarga cilindros, generación de documentos, salida de las instalaciones.

El recorrido del camión distribuidor en la planta del proveedor tiene 7 puntos de parada, es decir, puntos donde el camión y/o conductor se detiene a realizar diferentes “controles operativos” los cuales muchos de ellos son redundantes y generan una insatisfacción al cliente diariamente.

Otro punto para considerar son las distancias que el camión distribuidor tiene que recorrer durante todo el tiempo que permanece en las instalaciones del proveedor para abastecerse de cilindros llenos de GLP. Aquí se puede apreciar que el diseño de esta instalación no es el adecuado para el propósito de la empresa el cual es ofrecer una atención ágil y oportuna a sus clientes.

Por el lado de producción, existen demoras y generación de colas de camiones distribuidores para ingresar a la zona de carga y descarga de cilindros por el motivo de la baja capacidad de producción que es de 1.800 cilindros/hora lo cual con esta cantidad no se logra satisfacer la demanda diaria de camiones que llegan a cargar a la planta.

La figura 2.1 muestra una vista superior de la instalación del proveedor con los puntos por donde realiza el recorrido el camión distribuidor y el conductor.



Figura 2.1 Recorrido de un camión en la instalación del proveedor

Fuente: Autor

La descripción de cada punto se la muestra en la tabla 1:

Tabla 1. Descripción de los puntos de recorrido de un camión

Punto	Descripción
1	Garita del proveedor #1
2	Torre de conteo de la empresa
3	Patio de maniobras #1
4	Oficina de emisión de guías de remisión del proveedor
5	Garita del proveedor #2
6	Torre de conteo del proveedor
7	Patio de maniobras #2

Fuente: Autor

La distancia en metros entre punto y punto recorrido se la muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Distancias entre puntos de recorrido de un camión

Puntos	Distancia (m)
1-2	150
2-3	45
3-4	73
4-5	65
5-6	134
6-7	70
7-6	70
6-5	134
5-2	75
2-1	150

Fuente: Autor

En total el camión distribuidor recorre una distancia de 966 metros dentro de las instalaciones del proveedor desde que ingresa hasta que sale.

Para entender de mejor manera todo el proceso, la figura 2.2 presenta la técnica VSM (Value Stream Mapping) que permite visualizar el flujo de personas, materiales, información, con el fin de identificar actividades que no generen valor y establecer oportunidades de mejora.

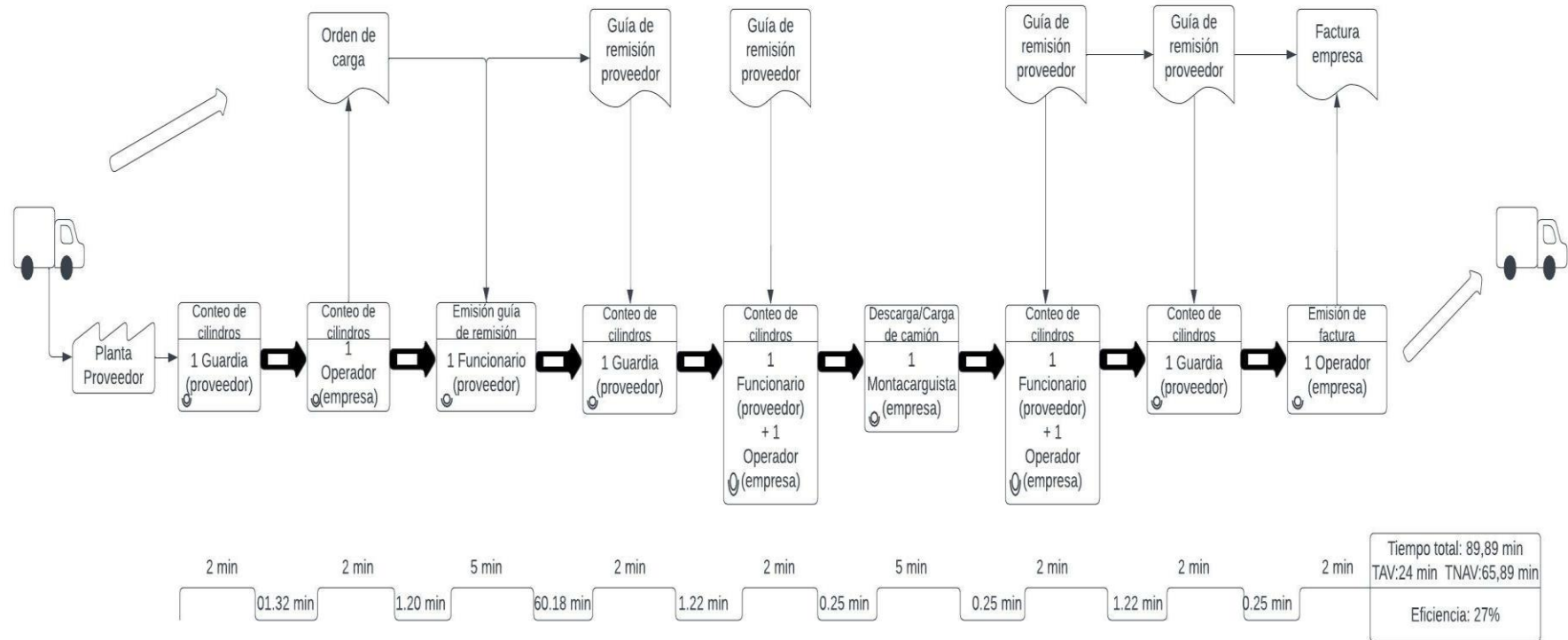


Figura 2.2 VSM actual del proceso de despacho de GLP en camiones distribuidores

Fuente: Autor

El VSM actual muestra una eficiencia del proceso de un 27% el cual es muy bajo producto de los tiempos que no agregan valor que son 65,89 minutos.

Respecto a la baja capacidad de producción que tiene la instalación, esta se ve afectada por varios factores asociados directamente al mantenimiento de los equipos como son bombas, carruseles, transportadores, balanzas de llenado, equipos de control de calidad, los cuales presentan constantes fallas y al no tener una gestión adecuada de mantenimiento existe demoras en las correcciones que incrementan los tiempos de atención a los clientes distribuidores.

En la tabla 3 se muestran datos de los paros no programados en los 6 primeros meses del año 2022.

Tabla 3. Detalle de paros no programados de enero a junio 2022

PAROS NO PROGRAMADOS EN MINUTOS DE ENERO A JUNIO DE 2022								
Item	Código	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Total
Falta de Distribuidores	CO	311,1	432,0	289,8	10,0	134,5	354,0	1531,4
Falta de Estibadores	CO	0,0	30,0	15,0	0,0	30,0	0,0	75,0
Falta de Choferes de distribuidores	CO	0,0	0,0	0,0	0,0	15,0	0,0	15,0
Paletizadora Fallas Técnicas	IM	37,1	40,0	95,0	0,0	60,0	35,0	267,1
Paletizadora Ajustes/Calibraciones	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Falta Pallets	IM	81,6	45,8	42,3	0,0	0,0	0,0	169,7
Tabuladora Fallas Técnicas	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transportadores 1 a X Fallas Técnicas	IM	1024,0	974,0	442,0	546,0	861,0	238,0	4085,0
Repesado 1 Fallas Técnicas	IM	32,0	145,0	175,0	315,0	216,0	45,0	928,0
Repesado 1 Ajustes/Calibraciones	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Repesado 2 Fallas Técnicas	IM	10,0	0,0	20,0	0,0	20,0	0,0	50,0
Repesado 2 Ajustes/Calibraciones	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Detector de Fugas Fallas Técnicas	IM	597,0	904,0	756,0	231,0	546,0	298,0	3332,0
Detector de Fugas Ajustes/Calibraciones	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	15,0	25,0
Detector de Caucho Toroide Fallas Técnicas	IM	349,0	354,0	247,0	247,0	115,0	35,0	1347,0
Detector de Caucho Toroide Ajustes/Calibraciones	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	10,0
Termosellado Fallas Técnicas	IM	80,0	45,0	45,0	0,0	348,0	167,0	685,0
Termosellado Ajustes/Calibraciones	IM	120,0	140,0	250,0	370,0	220,0	350,0	1450,0
Transportadores X a Y Fallas Técnicas	IM	430,7	630,8	222,0	30,0	470,9	537,2	2321,6
Suministro GLP a planta Fallas Técnicas Gasoducto	IM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suministro GLP a envasado Fallas Técnicas	IM	6391,6	4532,3	6593,7	3687,8	4949,7	7149,0	33303,9
Suministro Energía Eléctrica (Generadores)	IM	99,0	108,0	99,0	43,5	88,0	101,0	538,5
Suministro Aire Comprimido	IM	119,5	121,7	107,0	0,0	65,9	0,0	414,1
Carrusel Fallas Técnicas	IM	697,4	772,4	1599,4	92,0	754,0	819,9	4735,1
Balanzas Fallas Técnicas	IM	3997,6	3540,3	2543,7	3104,8	4239,7	2915,0	20340,9
Carrusel Ajustes/Calibraciones	IM	164,4	395,2	527,4	80,0	464,6	484,8	2116,4
Balanzas Ajustes/Calibraciones	IM	196,0	433,0	1107,0	1321,0	464,0	1381,0	4902,0
Suministro GLP a planta Fallas Operación Logística	LO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suministro GLP a planta Fallas/Accidentes Cisternas	LO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Falta de Elementos de Transporte	LO	30,0	105,2	25,0	15,0	39,8	40,0	255,0
Falta de Choferes de cabezales	LO	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paletizadora Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Paletizadora Trabas de pallets mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tabuladora Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transportadores 1 a X Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Repesado 1 Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Repesado 2 Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Detector de Fugas Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Detector de Caucho Toroide Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Termosellado Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Transportadores X a Y Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Arranque	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Parada	PR	834,5	562,0	531,0	180,0	365,0	360,0	2832,5
Reuniones/Capacitación	PR	122,6	139,6	29,2	0,0	131,8	0,0	423,2
Ausentismo/Retraso	PR	2414,2	2241,4	2792,5	761,0	3414,5	2978,3	14601,9
Falta de Insumos (Sellos/Cauchos T.)	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Manejo/ordenamiento cilindros	PR	10,0	0,0	159,0	0,0	20,0	0,0	189,0
Manejo/ordenamiento pallets	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Suministro GLP a planta Fallas Operativas Gaseoducto	PR	0,0	205,0	0,0	0,0	0,0	0,0	205,0
Suministro GLP a envasado Fallas Operativa	PR	120,0	0,0	0,0	0,0	137,0	0,0	257,0
Falta de Cilindros Operativos (FM)	PR	50,0	320,0	0,0	0,0	154,9	0,0	524,9
Inventarios	PR	240,0	180,0	200,0	0,0	339,1	335,0	1294,1
Carga/Descarga de Plataformas	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Limpieza	PR	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Carrusel Trabas cilindros mal estado	PR	0,0	0,0	0,0	10,0	0,0	0,0	10,0
Fallas sistema SAP	SI	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Tiempos totales		18559,2	17396,7	18912,9	11044,0	18684,4	18638,1	103235,3

Fuente: Autor

En la figura 2.3 se observa que el área de Ingeniería y Mantenimiento tiene los mayores tiempos de parada con un 78% que impacta directamente en la baja capacidad de producción.

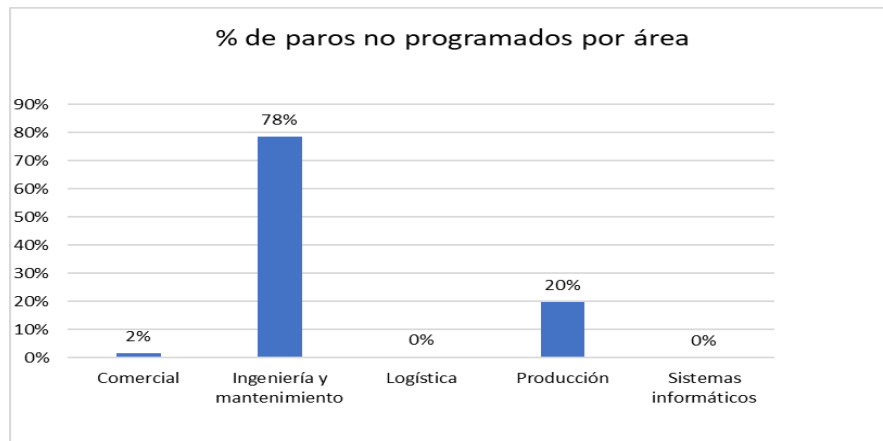


Figura 2.3 Paros no programados por área

Fuente: Autor

2.2. Datos de la nueva instalación propia de la empresa

Una vez descrito la problemática por la cual la empresa se encuentra atravesando, en la tabla 4 se puede apreciar los datos de espacio de las zonas de trabajo que estarán en la nueva instalación a construir con la cual se pretende mejorar la atención a los clientes y reducir sus costos.

Tabla 4. Espacios por área en nueva planta

Ítem	Área (m ²)
Almacenamiento de GLP	2500
Islas de carga/descarga de GLP	590
Sala de bombas y compresores de GLP	40
Nave de envasado	3042
Taller de mantenimiento de flota	450
Taller de mantenimiento de cilindros	1700
Taller de mantenimiento industrial	280
Bodega general	420
Almacenamiento de pallets	740
Sala de compresores de aire	20
Sala de generador de energía	30
Parqueadero de camiones distribuidores	3300
Oficinas administrativas/comedor/dispensario médico/baños/vestidores	710
Garita de control de ingreso y conteo	30
Patio de maniobras	5694
Báscula de pesaje	120

Fuente: Autor

2.3. Análisis de relaciones de actividades

Mediante este análisis se pretende determinar la relación de cercanía entre zonas o departamentos de trabajo de manera cualitativa con el fin de determinar la mejor distribución de zonas para cumplir con el objetivo que es mejorar el proceso de envasado y despacho de GLP en cilindros.

Para este análisis se emplean los criterios como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Criterios de cercanía

Cercanía	Valor	
Alta	A	4
Media	E	3
Baja	I	2
Ordinaria	O	1
No importante	U	0

Fuente: Autor

Para entendimiento de las zonas de trabajo o áreas se les coloca un código para facilidad al momento de desarrollar el cuadro de relaciones de actividades tal como se aprecia en la tabla 6.

Tabla 6. Identificación de áreas

CÓDIGO	ITEM
ALM	Almacenamiento de GLP
ISL	Islas de carga/descarga de GLP
BOM	Sala de bombas y compresores de GLP
NAV	Nave de envasado
TMF	Taller de mantenimiento de flota
TMC	Taller de mantenimiento de cilindros
TMI	Taller de mantenimiento industrial
BOD	Bodega general
ALMP	Almacenamiento de pallets
COMP	Sala de compresores de aire
GEN	Sala de generador de energía
PARQ	Parqueadero de camiones distribuidores
OFI	Oficinas administrativas/comedor/dispensario médico/baños/vestidores
GA	Garita de control de ingreso y conteo
PAT	Patio de maniobras
BAS	Báscula de pesaje

Fuente: Autor

La tabla 7 muestra la relación que existe entre las zonas de trabajo o departamentos de la nueva instalación, como se puede observar la zona que tiene mayor peso es la zona de nave de envasado con un total de 29, con esto se puede decir que es la que interactúa con la mayoría de las zonas y se la debe colocar en el centro del diseño.

Tabla 7. Pesos de relaciones entre áreas

	ALM	ISL	BOM	NAV	TMF	TMC	TMI	BOD	ALMP	COMP	GEN	PARQ	OFI	GA	PAT	BAS	TOTAL
ALM	3	3	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10
ISL	3	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	1	10
BOM			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
NAV				1	3	3	3	3	3	3	0	0	2	1	4	0	29
TMF					0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
TMC						1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
TMI							1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
BOD								1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
ALMP									1	0	0	0	0	0	0	0	3
COMP										1	0	0	0	0	0	0	7
GEN											1	0	0	0	0	0	0
PARQ												1	0	1	1	0	2
OFI													1	3	1	0	6
GA															3	0	8
PAT																0	9
BAS																1	1

Fuente: Autor

La suma de todos los valores de relación entre las zonas de trabajo es de 55, este valor sirve para luego realizar el cálculo de eficiencia de los diseños propuestos más adelante.

2.4. Diagrama nodal

Con la información del cuadro anterior se procede a elaborar el diagrama nodal que es una representación gráfica de las relaciones entre zonas de trabajo o departamentos tal como se muestra en la figura 2.4.

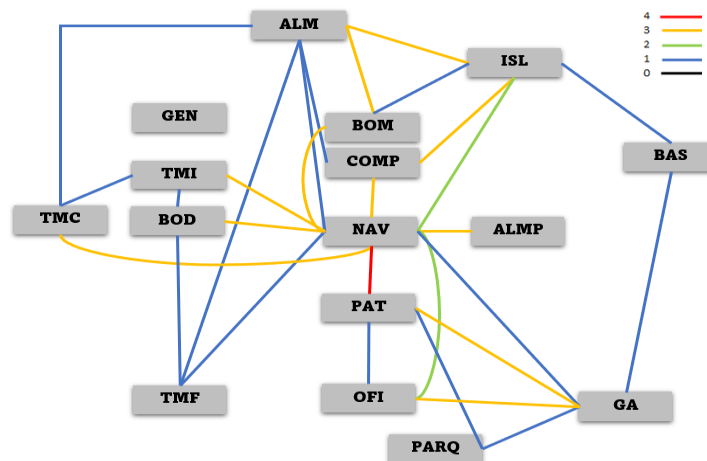


Figura 2.4 Diagrama nodal

Fuente: Autor

2.5. Desarrollo de alternativas

Con el diagrama nodal base y con los datos de espacio para las áreas o zonas de trabajo se crean diseños alternativos mediante un diagrama de bloques. Para calcular la cantidad de bloque se establece que cada bloque es de 50 m². En la tabla 8 se muestra el desglose de la cantidad de bloques por zona de trabajo a considerar.

Tabla 8. Bloques por área

CÓDIGO	ITEM	ÁREA m2	TOTAL BLOQUES
ALM	Almacenamiento de GLP	2500	50
ISL	Islas de carga/descarga de GLP	590	11
BOM	Sala de bombas y compresores de GLP	50	1
NAV	Nave de envasado	3042	60
TMF	Taller de mantenimiento de flota	450	9
TMC	Taller de mantenimiento de cilindros	1700	34
TMI	Taller de mantenimiento industrial	280	5
BOD	Bodega general	420	8
ALMP	Almacenamiento de pallets	740	14
COMP	Sala de compresores de aire	50	1
GEN	Sala de generador de energía	50	1
PARQ	Parqueadero de camiones distribuidores	3300	66
OFI	Oficinas administrativas/comedor/dispensario médico/baños/vestidores	710	14
GA	Garita de control de ingreso y conteo	50	1
PAT	Patio de maniobras	5694	113
BAS	Báscula de pesaje	120	2

Fuente: Autor

Con la cantidad de bloques establecidos se procede a elaborar los diagramas de bloques para tener una mejor visualización del arreglo de las zonas de trabajo de la nueva instalación como se muestra en las figuras 2.5 y 2.6.

Alternativa 1.

ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM

ISL	ISL	ISL	ISL	ISL	
ISL	ISL	ISL	ISL	ISL	ISL

GEN	BOM	COMP												
NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	ALMP	ALMP		
NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	ALMP	ALMP		
NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	ALMP	ALMP		
NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	ALMP	ALMP		
NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	ALMP	ALMP	ALMP	
NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	NAV	ALMP	ALMP	ALMP	
TMC	TMC	TMI	BOD	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	
TMC	TMC	TMI	BOD	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	
TMC	TMC	TMI	BOD	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	
TMC	TMC	TMI	BOD	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	
TMC	TMC	TMC	BOD	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	
TMC	TMC	TMC	BOD	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT
TMC	TMC	TMC	BOD	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT
TMC	TMC	TMC	TMC	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT
TMC	TMC	TMC	TMC	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT
TMC	TMC	TMC	TMC	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT	PAT
TMC	TMC	TMC	TMC	PAT	PAT	PAT	OFI	OFI	OFI	OFI	OFI	OFI	OFI	OFI
TMF	TMF	TMF	TMF	PAT	PAT	PAT	OFI	OFI	OFI	OFI	OFI	OFI	OFI	GA
TMF	TMF	TMF	TMF	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ
TMF	TMF	TMF	TMF	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ
				PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ
				PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ
				PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ
				PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ
				PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ
				PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ	PARQ

BAS
BAS

Figura 2.5 Alternativa 1 de propuesta de layout

Fuente: Autor

Alternativa 2.

ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM
ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM	ALM

ISL	ISL	ISL	ISL	ISL	
ISL	ISL	ISL	ISL	ISL	ISL

BAS
BAS

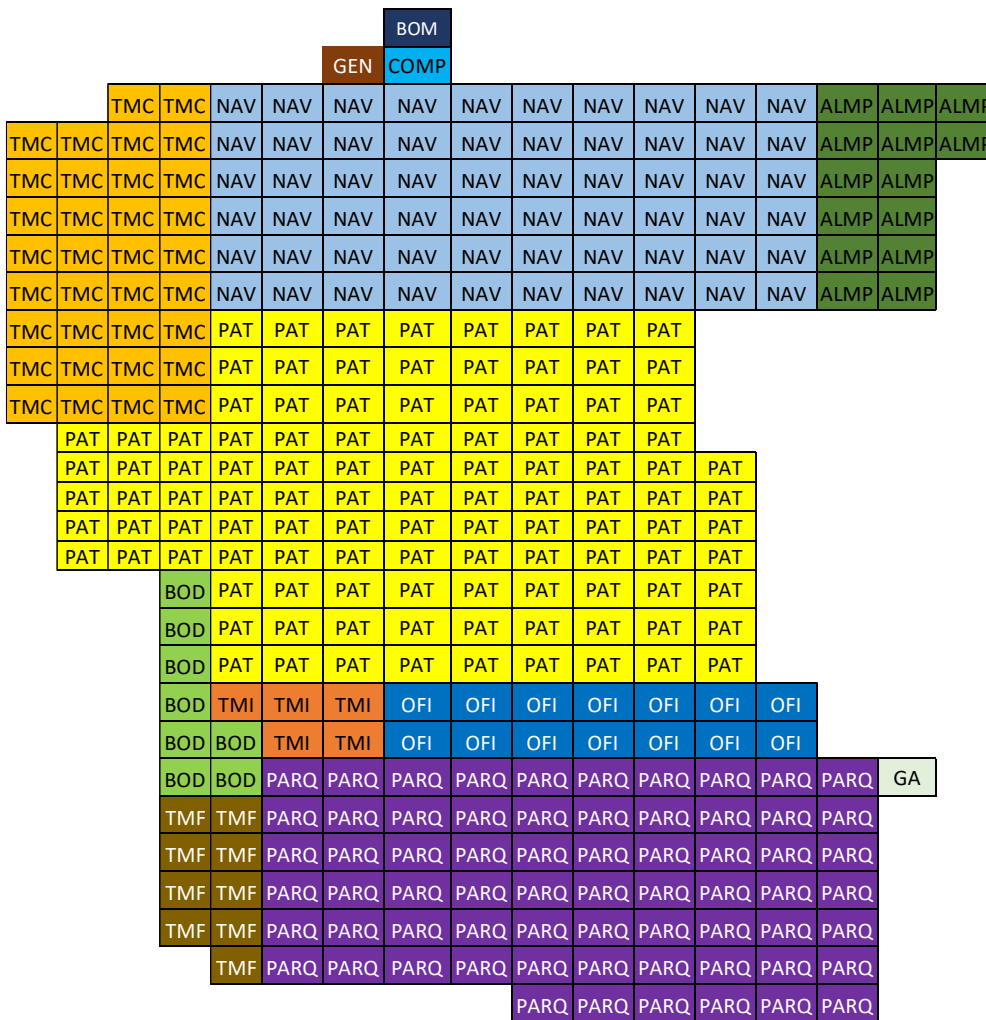


Figura 2.6 Alternativa 2 de propuesta de layout

Fuente: Autor

2.6. Evaluación de alternativas

La evaluación consiste en obtener una medida de eficiencia basada en la contigüidad en donde a las áreas que tengan adyacencia entre sí se le asigna un valor de 1 y se asigna un valor de 0 para áreas que no tengan adyacencia. Luego, el valor asignado se multiplica por el valor de relación obtenido previamente en el cuadro de relaciones de actividades. Una vez que se complete la tabla se suman los valores obtenidos y se divide para el total de valores de la tabla de relaciones que en este caso es de 55.

Para la alternativa 1 el valor total de adyacencia es de 40 con lo cual se calcula la eficiencia del diagrama de bloques.

$$40/55= 73\%.$$

La tabla 9 muestra los resultados de adyacencia para la alternativa 1 que da como resultado una eficiencia de 73% que es muy bueno ya que se consideró cercanías entre las zonas de garita/conteo, patio de maniobras y proceso de envasado que era la problemática inicial donde estas zonas estaban muy alejadas.

Tabla 9. Resultados de adyacencia para la alternativa 1

	ALM	ISL	BOM	NAV	TMF	TMC	TMI	BOD	ALMP	COMP	GEN	PARQ	OFI	GA	PAT	BAS	TOTAL
ALM	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
ISL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
BOM			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
NAV				0	3	3	3	3	3	3	0	0	0	0	4	0	19
TMF					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TMC						1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TMI							1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
BOD								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ALMP									0	0	0	0	0	0	0	0	0
COMP										0	0	0	0	0	0	0	0
GEN											0	0	0	0	0	0	0
PARQ												0	1	1	0	0	2
OFI													3	1	0	0	4
GA														3	0	0	3
PAT															0	0	0
BAS																0	0
TOTAL																	40

Fuente: Autor

La tabla 10 muestra los resultados de adyacencia para la alternativa 2 cuyo valor es de 26 con lo cual se calcula la eficiencia del diagrama de bloques.

$$26/55= 47\%.$$

Tabla 10. Resultados de adyacencia para la alternativa 2

	ALM	ISL	BOM	NAV	TMF	TMC	TMI	BOD	ALMP	COMP	GEN	PARQ	OFI	GA	PAT	BAS	TOTAL	
ALM	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
ISL		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
BOM			3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	
NAV				0	3	0	0	3	3	0	0	0	0	0	4	0	13	
TMF					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TMC						0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
TMI							1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
BOD								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ALMP									0	0	0	0	0	0	0	0	0	
COMP										0	0	0	0	0	0	0	0	
GEN											0	0	0	0	0	0	0	
PARQ												0	1	0	0	0	1	
OFI													0	1	0	0	1	
GA														0	0	0	0	
PAT															0	0	0	
BAS																	0	
																	TOTAL	26

Fuente: Autor

La alternativa 2 da como resultado una eficiencia de 47% la cual no es muy buena, aunque se trató de acercar los procesos de envasado con el proceso de reparación de cilindros en taller.

2.7. Propuesta de diseño

Con todo lo anterior detallado, en la figura 2.7 se presenta un diseño que incorpore de mejor forma lo obtenido con la metodología desarrollada.

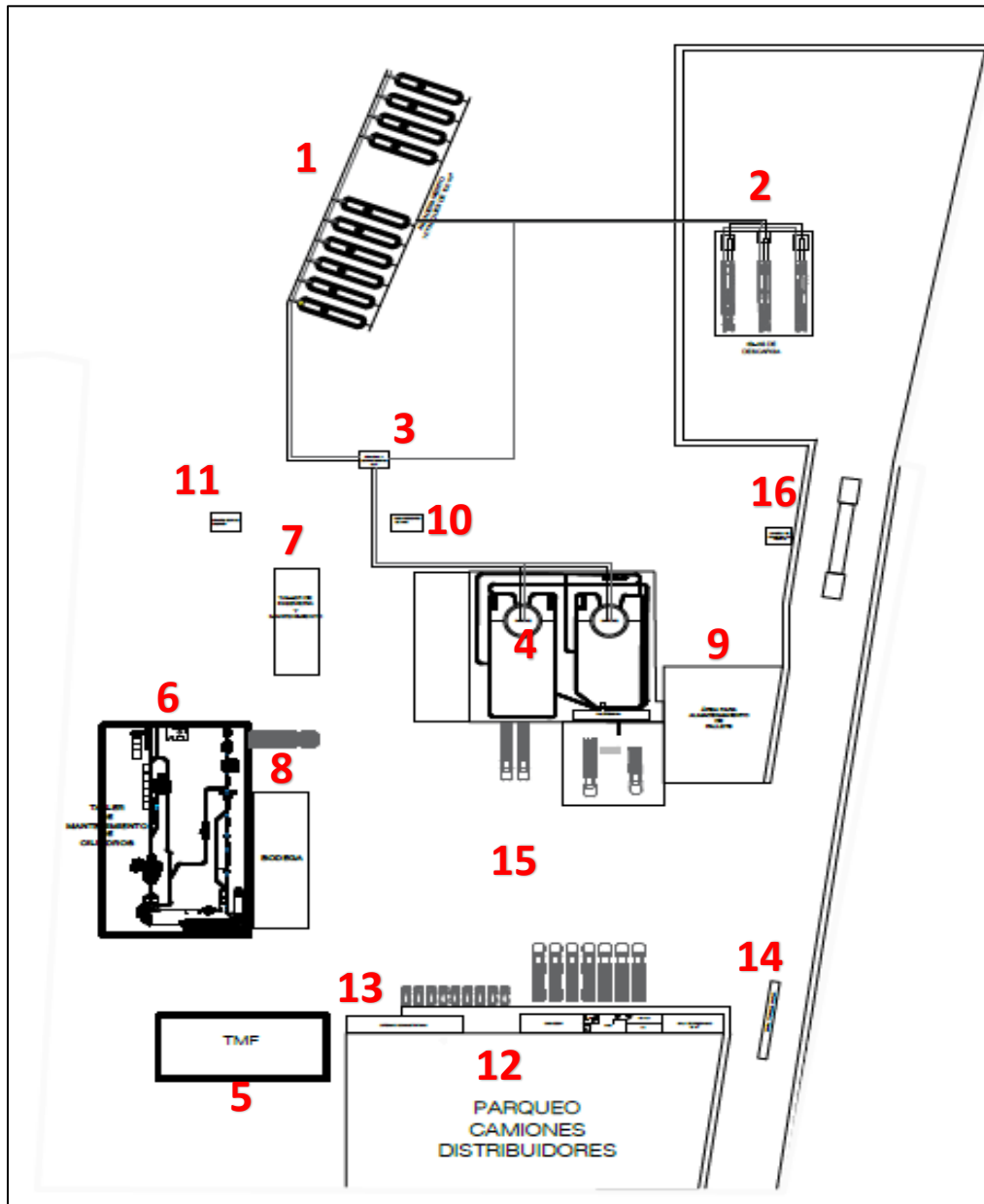


Figura 2.7 Layout propuesto

Fuente: Autor

La tabla 11 muestra la numeración de las áreas del plano anterior.

Tabla 11. Identificación de áreas en nuevo layout

NÚMERO	ITEM
1	Almacenamiento de GLP
2	Islas de carga/descarga de GLP
3	Sala de bombas y compresores de GLP
4	Nave de envasado
5	Taller de mantenimiento de flota
6	Taller de mantenimiento de cilindros
7	Taller de mantenimiento industrial
8	Bodega general
9	Almacenamiento de pallets
10	Sala de compresores de aire
11	Sala de generador de energía
12	Parqueadero de camiones distribuidores
13	Oficinas administrativas/comedor/dispensario médico/baños/vestidores
14	Garita de control de ingreso y conteo
15	Patio de maniobras
16	Báscula de pesaje

Fuente: Autor

2.8. Información para las simulaciones

Como parte final de este proyecto se validan el escenario actual versus el escenario futuro para notar diferencias y determinar que el modelo propuesto es el adecuado mediante el software Flexsim.

En la tabla 12 se muestran las consideraciones en lo que respecta a la parte de producción que se tienen para el escenario actual.

Tabla 12. Consideraciones para el modelado de la situación actual

Cilindros/hora proveedor	1.800
Cilindros/minutos proveedor	30
Cilindros promedio por camión	385
Tiempo (minutos) para producir cilindros para un camión	12,8
Tiempo (minutos) para descargar un camión	5
Tiempo (minutos) para cargar un camión	5
Horas de trabajo diarias	22

Fuente: Autor

En cuanto al tiempo de espera de los camiones en ser atendidos, la empresa considera una ventana horaria para el cálculo de este tiempo la cual es desde las 07h00 am hasta las 15h00 pm debido a que en estas 8 horas se trata de atender la mayor cantidad de demanda diaria.

Según el historial de los tiempos entre llegadas de los camiones a la planta del proveedor estos son muy variables, por lo cual para efecto de la simulación se usa una tabla de arribo de un día en particular en el horario comprendido entre las 07h00 hasta las 23h00 que es el horario que la empresa tiene considerado para recibir los camiones distribuidores para ser llenados. En el anexo 1 se muestra los tiempos entre llegadas de los camiones en este día.

En la tabla 13 se muestran los datos considerados para la simulación de la situación propuesta.

Tabla 13. Consideraciones para el modelado de la situación propuesta

Cilindros/hora planta propia	5.850
Cilindros/minuto planta propia	97,5
Cilindros promedio por camión	385
Tiempo (minutos) para producir cilindros para un camión	3,9
Tiempo (minutos) para descargar un camión	5
Tiempo (minutos) para cargar un camión	5
Horas de trabajo propuesta	18

Fuente: Autor

En la nueva instalación se tiene una producción de 5.850 cilindros/hora lo cual se logra con la adquisición de 3 carruseles con capacidad de 1.950 cilindros/ hora por cada carrusel.

Se usa la misma tabla de arriba para el caso propuesto con el fin de evidenciar diferencias entre las dos situaciones. La jornada de trabajo se la considera en 18 horas.

CAPÍTULO 3

3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

3.1. Capacidad de producción y horas de trabajo

En primer lugar se simula la situación actual de demanda de GLP envasado con los datos anteriormente detallados, los resultados que el software emite se muestran en la figura 3.1.



Figura 3.1 Camiones que ingresan a la planta del proveedor

Fuente: Autor

Se puede observar que en el tiempo comprendido entre las 07h00 hasta las 23h00 llegan 124 camiones a la planta.

La figura 3.2 muestra los camiones que se atendieron en la jornada de trabajo de 22 horas (07h00 a 05h00) que son 105.

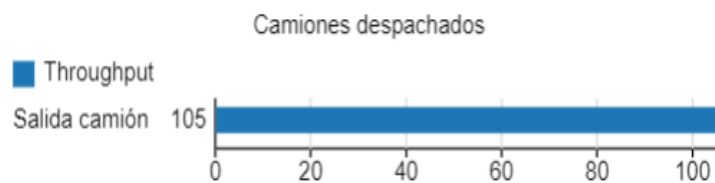


Figura 3.2 Camiones despachados en la planta del proveedor

Fuente: Autor

La tabla 14 muestra un resumen de este escenario actual.

Tabla 14. Resumen situación actual

Ingreso de camiones	124
Cilindros promedio por camión	385
Total demanda de cilindros	47740
Total toneladas de GLP demandadas	716100
Camiones despachados	105
Total cilindros despachados	40425
Total toneladas de GLP despachadas	606375

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla 14 la capacidad actual de producción de proveedor no logra satisfacer toda la demanda de GLP envasado que se tiene a diario, motivo por el cual es necesario mejorar esta capacidad de producción.

Para la simulación de la situación propuesta se utilizan los datos anteriormente detallados en la tabla 13 los cuales una vez ingresados en el software muestran los resultados en la figura 3.3.

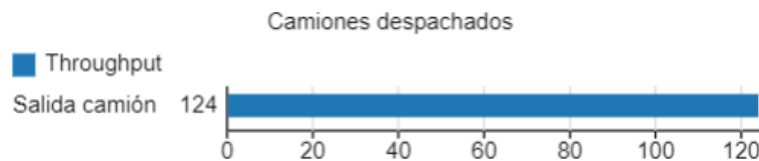


Figura 3.3 Camiones despachados en la planta propia

Fuente: Autor

Como se puede observar en la figura 3.3, de los 124 camiones que ingresan a cargar se logra despachar a todos en las 18 horas de trabajo propuestas.

La tabla 15 muestra un resumen de la situación propuesta.

Tabla 15. Resumen situación propuesta

Ingreso de camiones	124
Cilindros promedio por camión	385
Total demanda de cilindros	47740
Total toneladas de GLP demandadas	716100
Camiones despachados	124
Total cilindros despachados	47740
Total toneladas de GLP despachadas	716100

Fuente: Autor

Se puede evidenciar que con la mejora en la parte de capacidad de producción se logra mejorar los tiempos de despachos a los camiones que llegan a cargar. De igual forma se observa una reducción en las horas de trabajo de 22 horas a 18 horas cumpliendo con atender la demanda diaria.

3.2. Tiempos de espera de los camiones

La situación actual refleja un tiempo promedio de 01h30 (90 minutos) que un camión espera en cola para poder ser atendido con GLP envasado. Cabe mencionar que el tiempo de espera es medido en la franja horaria desde las 07h00 a 15h00.

Se simula esta situación con los datos de la tabla 12 y el anexo 1. Los resultados se aprecian en la tabla 16.

Tabla 16. Tiempos de espera situación actual

Tiempo de espera	
Camiones	AvgStaytime
Cola para ingreso	94.31

Fuente: Autor

Se observa que los camiones esperan 94.31 minutos para lograr ser atendidos y salir al reparto del GLP envasado.

Ahora se simula la situación propuesta ya que con la mejora en la parte de producción se pretende que los tiempos de esperen se reduzcan hasta 30 minutos por camión. Los resultados de la simulación se muestran en la tabla 17.

Tabla 17. Tiempos de espera situación propuesta

Tiempo de espera	
Camiones	AvgStaytime
Cola para ingreso	26.84

Fuente: Autor

Se observa que los camiones esperan 26.84 minutos en ser atendidos.

3.3. Impacto financiero

Por último, para validar si lo que se está proponiendo tiene una rentabilidad aceptable para los inversionistas se realiza un flujo de caja a 5 años con la información recabada de las simulaciones e información proporcionada por la empresa.

Ingresos

Para efectos del proyecto los ingresos vienen dados en una parte por la reducción de horas de trabajo pasando de 22 a 18 horas, son 4 horas diarias que se ahorra en mano de obra del personal. Otro ingreso viene dado por las ventas que se estiman tener ya que con una mejor capacidad de producción se puede cumplir con la demanda de los clientes.

Las tablas 18, 19 y 20 muestran el detalle.

Tabla 18. Producción

Producción	
716,1 Ton.	Ton/día
28	Días/mes
20.050,8 Ton.	Ton/mes
240.609,6 Ton.	Ton/año

Fuente: Autor

Tabla 19. Reducción en horas de trabajo

Horas de trabajo	
4	Horas ahorro/día
28	Días/mes
112	Horas/mes
1344	Horas/año
US\$3,75	US\$/hora
US\$5.040,00	US\$/año por persona
30	Personas
US\$151.200,00	US\$/año

Fuente: Autor

Tabla 20. Ingresos del proyecto

	Rubro	Unidad
Precio de venta	106,67	US\$/Ton
Producción simulada	240.609,6 Ton.	Ton/año
Ahorro en horas	US\$ 151.200,00	US\$/año

Fuente: Autor

Costos

Los costos incluyen los rubros que influyen de forma directa o indirecta en la realización del proceso productivo tales como mano de obra, servicios básicos, insumos para la producción. En la tabla 21 se muestra el costo de ventas.

Tabla 21. Costo de ventas

	Rubro	Unidad
Costo de venta promedio anual	US\$ 4.903.872	US\$/año

Fuente: Autor

Inversiones

Las inversiones que la empresa realizará son la compra de un terreno en donde construirá la planta, compra de equipos nuevos para la producción como son carruseles de llenado, balanzas, tanques de almacenamiento, transportadores, equipos de control de calidad, entre otros. En la tabla 22 se muestra el monto de las inversiones.

Tabla 22. Inversiones

Detalle	Inversión
Terrenos	US\$ 8.314.817,00
Equipos	US\$ 19.430.597,00
Obras civiles	US\$ 9.536.586,00
Total inversión	US\$ 37.282.000,00

Fuente: Autor

Con lo anterior detallado se construye el flujo de caja en un periodo de 5 años en donde se estima obtener un TMAR (tasa mínima aceptable de rendimiento) de 18% de ganancia sobre la inversión.

Tabla 23. Flujo de caja

FLUJO DE CAJA PROYECTO PLANTA NUEVA						
Año	0	1	2	3	4	5
Toneladas GLP		240.609,6 Ton.	240.609,6 Ton.	240.609,60	240.609,60	240.609,60
Precio		\$ 106,67	\$ 106,67	\$ 106,67	\$ 106,67	\$ 106,67
Ingresos por ventas		\$ 25.665.024,00	\$ 25.665.024,00	\$ 25.665.024,00	\$ 25.665.024,00	\$ 25.665.024,00
Ingreso por ahorro de horas de trabajo		\$ 151.200,00	\$ 151.200,00	\$ 151.200,00	\$ 151.200,00	\$ 151.200,00
(-) Costo de ventas		\$ 4.953.872,00	\$ 4.953.872,00	\$ 4.953.872,00	\$ 4.953.872,00	\$ 4.953.872,00
Deprec. Maquinaria		\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
(=) Utilidad Bruta		\$ 20.862.352,00	\$ 20.862.352,00	\$ 20.862.352,00	\$ 20.862.352,00	\$ 20.862.352,00
(-) Gastos Operativos		\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00	\$ 110.000,00
Gtos Adm. Y Vtas.		\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00
Gtos. Generales mtto		\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00	\$ 80.000,00
(=) Utilidad Operativa		\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00
(=) Ut antes imptos y part trabaj		\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00	\$ 20.752.352,00
(-) 15% part trabajadores		\$ 3.112.852,80	\$ 3.112.852,80	\$ 3.112.852,80	\$ 3.112.852,80	\$ 3.112.852,80
(=) Ut antes impuestos		\$ 17.639.499,20	\$ 17.639.499,20	\$ 17.639.499,20	\$ 17.639.499,20	\$ 17.639.499,20
(=) 25% IR		\$ 4.409.874,80	\$ 4.409.874,80	\$ 4.409.874,80	\$ 4.409.874,80	\$ 4.409.874,80
(=) Utilidad Neta		\$ 13.229.624,40	\$ 13.229.624,40	\$ 13.229.624,40	\$ 13.229.624,40	\$ 13.229.624,40
(+) Depreciación maquinaria		\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00	\$ 50.000,00
(-) Inversión total	\$ 37.282.000,00					
(=) Flujo de caja	-37.282.000,00	13.279.624,40	13.279.624,40	13.279.624,40	13.279.624,40	13.279.624,40

TMAR	18%
VAN	\$4.245.656,59
TIR	22,93%

Fuente: Autor

Se puede observar que se obtiene una TIR de 22.93% lo cual indica que se recupera la inversión inicial al ser mayor que la TMAR estimada. De igual forma se tiene una holgura financiera de US\$4.245.656,59.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Se puede concluir respecto a los objetivos planteados al inicio del desarrollo del trabajo que con la mejora en la capacidad de producción es posible atender la demanda diaria de distribuidores y al mismo tiempo reducir las horas de la jornada de trabajo.

Los tiempos de espera se redujeron a un promedio de 30 minutos por camión en ser atendidos durante su estancia en la planta.

La jornada de trabajo que anteriormente era hasta las 05h00 con la simulación se observa que esta se reduce en 4 horas terminando la jornada a las 01h00.

La empresa al trasladar su operación a una nueva instalación propia logra recuperar su inversión ya que los valores del flujo de caja son positivos en el periodo de 5 años.

4.2. Recomendaciones

Como recomendación para que el proyecto logre el desarrollo se debe realizar una buena gestión de mantenimiento de los equipos de producción ya que en las simulaciones se considera sin tiempos de parada.

En cuanto a la demanda de GLP de los clientes se debe mantenerlos satisfechos ya que si la demanda disminuye considerablemente no se lograrían obtener los valores determinados en el flujo de caja.

BIBLIOGRAFÍA

- Ali Naqvi, S. A., Fahad, M., Atir, M., Zubair, M., & Shehzad, M. M. (2016). Productivity improvement of a manufacturing facility using systematic layout planning. *Cogent Engineering*, 3(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2016.1207296>
- Benitez, G. B., Fogliatto, F. S., Cardoso, R. B., Torres, F. S., Faccin, C. S., & Dora, J. M. (2018). Systematic Layout Planning of a Radiology Reporting Area to Optimize Radiologists' Performance. *Journal of Digital Imaging*, 31(2). <https://doi.org/10.1007/s10278-017-0036-9>
- Muther, R., & Hales, L. (2015). Systematic Layout Planning Pattern. In *Management & Industrial Research Publications*.
- Potadar, O. v., & Kadam, G. S. (2019). Development of facility layout for medium-scale industry using systematic layout planning. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-981-13-2490-1_43
- Subodh B. Patil, S. S. Kuber, "Productivity Improvement in Plant using Systematic Layout Planning (SLP) – a Case Study of Medium Scale Industry," *International Journal of Research in Engineering and Technology*, vol. 3, pp. 770-775, April 2014
- Suhardi, B., Juwita, E., & Astuti, R. D. (2019). Facility layout improvement in sewing department with Systematic Layout planning and ergonomics approach. *Cogent Engineering*, 6(1). <https://doi.org/10.1080/23311916.2019.1597412>

ANEXOS

Anexo 1

Día 1	Placa	Hora de llegada	Diferencia entre llegadas	Conversión entero	Arrival time (minutos)	Día 1	Placa	Hora de llegada	Diferencia entre llegadas	Conversión entero	Arrival time (minutos)
Arrival 1	BAA1897	7:00:18	-	-	0	Arrival 61	GLR0829	15:10:30	0,0001	0	461
Arrival 2	GBN9892	7:12:32	0,0085	12	12	Arrival 62	GSF5149	15:48:31	0,0264	38	499
Arrival 3	GNX0664	7:18:08	0,0039	5	17	Arrival 63	GSC4087	16:09:33	0,0146	21	520
Arrival 4	GKZ0680	7:33:51	0,0109	15	32	Arrival 64	RAB4277	16:10:37	0,0007	1	521
Arrival 5	GDE0503	7:34:30	0,0005	0	32	Arrival 65	GLO0180	16:21:26	0,0075	10	531
Arrival 6	MBB2527	7:35:38	0,0008	1	33	Arrival 66	PBU2821	16:31:27	0,0070	10	541
Arrival 7	GBP2334	7:55:07	0,0135	19	52	Arrival 67	GBN7187	16:43:44	0,0085	12	553
Arrival 8	GRZ6767	8:02:55	0,0054	7	59	Arrival 68	GTAA464	16:44:03	0,0002	0	553
Arrival 9	TBB6258	8:08:21	0,0038	5	64	Arrival 69	GBO2456	16:44:41	0,0004	0	553
Arrival 10	GRT0813	8:24:45	0,0114	16	80	Arrival 70	GTA7547	16:56:56	0,0085	12	565
Arrival 11	TBD9199	8:25:04	0,0002	0	80	Arrival 71	GQW0215	17:00:01	0,0021	3	568
Arrival 12	ADS0323	8:50:46	0,0178	25	105	Arrival 72	GQX0406	17:01:36	0,0011	1	569
Arrival 13	GMK0470	8:51:44	0,0007	0	105	Arrival 73	GTAA683	17:30:29	0,0201	28	597
Arrival 14	GMD0984	8:52:05	0,0002	0	105	Arrival 74	GSW2681	17:30:51	0,0003	0	597
Arrival 15	GKL0582	8:55:55	0,0027	3	108	Arrival 75	GBP2035	17:31:52	0,0007	1	598
Arrival 16	GNX0479	8:56:25	0,0003	0	108	Arrival 76	GKL0483	18:05:00	0,0230	33	631
Arrival 17	GMR0828	9:01:37	0,0036	5	113	Arrival 77	AAA5500	18:20:48	0,0110	15	646
Arrival 18	GOG0403	9:07:04	0,0038	5	118	Arrival 78	GTA7680	18:29:44	0,0062	8	654
Arrival 19	GJM0044	9:34:10	0,0188	27	145	Arrival 79	GNX0664	18:33:02	0,0023	3	657
Arrival 20	RBR0200	9:37:19	0,0022	3	148	Arrival 80	AAA5492	18:44:31	0,0080	11	668
Arrival 21	TBC8581	9:52:05	0,0103	14	162	Arrival 81	GSQ5593	19:14:40	0,0209	30	698
Arrival 22	PCS5064	9:53:52	0,0012	1	163	Arrival 82	GMH0476	19:39:56	0,0175	25	723
Arrival 23	GLU0759	9:55:39	0,0012	1	164	Arrival 83	GRB0626	19:43:21	0,0024	3	726
Arrival 24	GSY3819	10:09:58	0,0099	14	178	Arrival 84	GTAA6217	19:43:43	0,0003	0	726
Arrival 25	GMG0863	10:22:01	0,0084	12	190	Arrival 85	GNV0188	19:44:18	0,0004	0	726
Arrival 26	GSQ5554	10:31:53	0,0069	9	199	Arrival 86	GKL0582	19:44:37	0,0002	0	726
Arrival 27	GTA2201	10:34:51	0,0021	2	201	Arrival 87	GBN7186	19:45:00	0,0003	0	726
Arrival 28	HBB7096	10:36:53	0,0014	2	203	Arrival 88	GLU0326	19:45:28	0,0003	0	726
Arrival 29	GRB0626	10:37:20	0,0003	0	203	Arrival 89	GKY0214	19:46:18	0,0006	0	726
Arrival 30	GBO2456	10:42:17	0,0034	4	207	Arrival 90	GSQ6679	20:04:02	0,0123	17	743
Arrival 31	GBN6989	10:46:56	0,0032	4	211	Arrival 91	UBA3791	20:05:55	0,0013	1	744
Arrival 32	GSW2610	10:47:56	0,0007	1	212	Arrival 92	GKX0513	20:18:33	0,0088	12	756
Arrival 33	GLU0326	10:49:13	0,0009	1	213	Arrival 93	GTA7547	20:41:55	0,0162	23	779
Arrival 34	ZBC0638	11:00:50	0,0081	11	224	Arrival 94	GSY1109	20:47:09	0,0036	5	784
Arrival 35	GNC0576	11:13:42	0,0089	12	236	Arrival 95	GLU0759	20:50:59	0,0027	3	787
Arrival 36	TBB6258	11:34:29	0,0144	20	256	Arrival 96	GOG0403	20:52:45	0,0012	1	788
Arrival 37	GRH0541	11:35:59	0,0010	1	257	Arrival 97	GBN7683	21:06:52	0,0098	14	802
Arrival 38	GTA6217	11:36:21	0,0003	0	257	Arrival 98	AAA5495	21:09:19	0,0017	2	804
Arrival 39	GQW0215	11:38:26	0,0014	2	259	Arrival 99	GBN8954	21:11:17	0,0014	1	805
Arrival 40	GNU0435	11:45:35	0,0050	7	266	Arrival 100	GSQ5554	21:12:17	0,0007	1	806
Arrival 41	GKV0992	11:46:03	0,0003	0	266	Arrival 101	GKY0218	21:18:28	0,0043	6	812
Arrival 42	PBU2821	11:48:22	0,0016	2	268	Arrival 102	AAW0968	21:25:45	0,0051	7	819
Arrival 43	GNV0188	11:48:38	0,0002	0	268	Arrival 103	HBB7096	21:31:45	0,0042	6	825
Arrival 44	GBP-2683	11:52:20	0,0026	3	271	Arrival 104	GPT0456	21:49:23	0,0122	17	842
Arrival 45	GQI0200	11:52:49	0,0003	0	271	Arrival 105	TBB1710	21:56:05	0,0047	6	848
Arrival 46	GMK0470	11:57:04	0,0030	4	275	Arrival 106	GNW0069	21:56:34	0,0003	0	848
Arrival 47	GOG0484	12:17:13	0,0140	20	295	Arrival 107	GMD0984	21:57:12	0,0004	0	848
Arrival 48	GBP2035	12:40:09	0,0159	22	317	Arrival 108	GKV0992	21:57:38	0,0003	0	848
Arrival 49	GNW0229	12:42:23	0,0016	2	319	Arrival 109	GRO0787	21:58:10	0,0004	0	848
Arrival 50	GSY1082	13:24:03	0,0289	41	360	Arrival 110	GNU0435	21:58:35	0,0003	0	848
Arrival 51	GCA5904	13:27:41	0,0025	3	363	Arrival 111	GLE0264	21:59:06	0,0004	0	848
Arrival 52	GCT5228	13:49:58	0,0155	22	385	Arrival 112	GJM0044	21:59:36	0,0003	0	848
Arrival 53	GRT0813	14:02:29	0,0087	12	397	Arrival 113	GMR0828	22:00:10	0,0004	0	848
Arrival 54	GTA8155	14:21:21	0,0131	18	415	Arrival 114	GBP3027	22:00:44	0,0004	0	848
Arrival 55	GBP2334	14:22:33	0,0008	1	416	Arrival 115	GBO2009	22:13:28	0,0088	12	860
Arrival 56	GTI1465	14:22:50	0,0002	0	416	Arrival 116	GNX0479	22:15:42	0,0016	2	862
Arrival 57	GMH0476	14:34:25	0,0080	11	427	Arrival 117	GBP-2683	22:34:41	0,0132	18	880
Arrival 58	GOV0950	14:39:11	0,0033	4	431	Arrival 118	GQI0200	22:35:16	0,0004	0	880
Arrival 59	XBB4783	14:40:00	0,0006	0	431	Arrival 119	GBN6989	22:35:52	0,0004	0	880
Arrival 60	GTA2201	15:10:25	0,0211	30	461	Arrival 120	GBN9892	22:36:23	0,0004	0	880
						Arrival 121	GMG0863	22:36:52	0,0003	0	880
						Arrival 122	GMH0541	22:38:00	0,0008	1	881
						Arrival 123	GNW0229	22:38:43	0,0005	0	881
						Arrival 124	GKZ0680	22:39:20	0,0004	0	881