



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

LOCALIZACIÓN, DISTRIBUCIÓN Y CAPACIDAD PRODUCTIVA PARA LA
REUBICACIÓN DE UNA PLANTA DEDICADA A LA PRODUCCIÓN DE
VOLQUETAS BAJO LA NORMATIVA LEGAL VIGENTE.

“Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Producción Industrial”

Profesor guía

Ing. José Toscano

Autor

Francisco Javier Peña Mora

Año

2014

DECLARACIÓN PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

José Antonio Toscano Romero

Ingeniero Mecánico

171519528-3

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

Francisco Javier Peña Mora

C.I. 1719560649

AGRADECIMIENTOS

Primeramente agradezco a Dios por las bendiciones y los conocimientos adquiridos durante mi carrera. Agradezco también a la Universidad de las Américas, a mis tutores de carrera y de tesis, Ing. Ricardo Avendaño e Ing. José Toscano, por el apoyo brindado durante mis estudios y el desarrollo del presente trabajo, así como a la Ing. Natalia Montalvo por la revisión de este proyecto de titulación y a los directivos de la empresa por su disponibilidad y por facilitarme la información y el espacio para la realización de este estudio.

DEDICATORIA

Mi tesis se la dedico a mis padres, quienes siempre me han apoyado incondicionalmente e impulsándome a seguir adelante.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación trata sobre el diseño de una nueva planta para la producción de tolvas de volteo para volquetas. Este diseño fue realizado a partir del estudio de la planta existente. La planta actual en funcionamiento requiere ser reubicada, ya que la zona en la que se encuentra ha pasado a ser residencial, por el crecimiento de la ciudad. La empresa debe cumplir con la normativa de zonificación para el uso del suelo establecida por el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito. Otras razones igualmente importantes que influyen para llevar a cabo la reubicación serán expuestas detalladamente en el presente trabajo.

El objetivo general del trabajo es diseñar la distribución de la nueva planta de fabricación de volquetas mejorando sus procesos y capacidad productiva, cumpliendo con los requisitos de la normativa legal vigente, permitiendo a su vez su expansión. Para el cumplimiento de dicho objetivo propuesto, se realizaron varios estudios que hicieron posible desarrollar un diseño apropiado. Los principales estudios ejecutados fueron:

- Medición de la productividad y capacidad instalada
- Estudio de localización
- Estudio de la capacidad eléctrica de los transformadores
- Estudio de factibilidad económica

El diseño de la nueva planta se basa en un diseño por producto, donde la producción sigue un flujo con tendencia lineal.

Luego de haber realizado los estudios, se concluye que la zona más apta para la localización de la nueva planta es la parroquia de Amaguaña. El análisis económico comparativo demuestra que reubicar la planta es un 18,94% más rentable que el permanecer en la localización actual.

ABSTRACT

The present paper deals with the design of a new plant for the production of dumping beds for dump trucks. This design is based on an initial analysis of existing infrastructure. The existing plant is currently in operation needs to be relocated, as its location has recently been rezoned as residential. The company must comply with zoning regulations for land use established by the Municipality of the Metropolitan District of Quito. Other equally important reasons that justify the plant's relocation will be set out in detail in this dissertation.

The aim of this paper is to design the layout of the new manufacturing plant of dump trucks while improving processes, expanding infrastructure and increasing production capacity, all the while meeting the requirements and standards of the current legislation. In order to fulfill this objective, a number of studies were carried out to develop an appropriate design. The main studies performed were:

- Productivity and capacity measurement
- Location study
- Transformer electrical capacity analysis
- Economic feasibility assessment

The design of the new plant is based on a design product, where the production flow follows a linear trend.

After completing the studies, it has been concluded that the most suitable location for the new plant is the Amaguaña parish. Comparative economic

analysis shows that the relocation of the plant is 18.94 % more profitable than the its permanence at its current location.

ÍNDICE

Introducción.....	1
1. CAPÍTULO I. Marco Teórico.....	6
1.1. Breve reseña histórica de las plantas industriales	6
1.2. Distribución de planta y sus objetivos	7
1.3. Principios para la distribución en planta.....	10
1.4. Tipos de distribución en planta.....	13
1.4.1. Distribución de planta por producto	14
1.4.2. Distribución de planta por proceso.....	15
1.4.3. Fórmula de cálculo de las superficies teóricas mínimas	16
1.4.4. Distribución de posición fija	18
1.4.5. Grupos autónomos de trabajo.....	19
1.5. Líneas de circulación y flujos	20
1.5.1. Circuitos	21
1.6. Localización	22
1.7. Consideraciones económicas	25
2. CAPÍTULO II. Análisis del proceso productivo y la capacidad instalada.....	26
2.1. Descripción del producto	27

2.1.1. Elementos que conforman una volqueta.....	28
2.2. Negociación	36
2.3. Proceso productivo	37
2.3.1. Descripción del macro proceso de fabricación	40
2.4. Maquinaria	52
2.4.1. Descripción de máquinas.....	52
2.4.2. Superficies teóricas requeridas.....	61
2.5. Análisis de la capacidad instalada	63
2.6. Layout de la planta actual	65
2.6.1 Diagramas de flujo	67
2.7. Situación de la seguridad industrial de Industrias I.V.E	72
3. CAPÍTULO III. Estudio de la localización de la nueva planta	75
3.1. Proximidad con los proveedores de las materias primas...	76
3.2. Cercanía al mercado y clientes	76
3.3. Servicios generales	77
3.4. Transporte de carga	78
3.5. Disponibilidad del transporte público para el personal	78
3.6. Eliminación de desechos	79
3.7. Ubicación geográfica y topografía del terreno	80
3.8. Infraestructura.....	80
3.9. Normativa municipal para el uso del suelo	82

3.10.	Posibles zonas para la ubicación de la nueva planta	83
3.10.1.	Zona industrial de Turubamba	87
3.10.2.	Zona industrial de Itulcachi	88
3.10.3.	Zona industrial Calacalí	89
3.11.	Zona industrial de Amaguaña	90
4.	CAPÍTULO IV. Diseño de la nueva planta.....	94
4.1.	Propuesta de diseño de planta para la fabricación de las tolvas de volteo	97
4.1.1	Elaboración del nuevo diseño de planta	98
4.2.	Layout de la planta propuesta	99
4.3	Diagramas de flujo y análisis de recorridos	109
5.	CAPÍTULO V. Análisis Económico	115
6.	CAPÍTULO VI. Conclusiones y recomendaciones	122
6.1.	Conclusiones.....	122
6.2.	Recomendaciones	125
	REFERENCIAS.....	127
	ANEXOS	130

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de distribución por producto.....	14
Figura 2. Esquema de distribución por proceso	16
Figura 3. Distribución de posición fija	19
Figura 4. Distribución por grupos autónomos de trabajo	20
Figura 5. Diagrama de recorrido.....	22
Figura 6. Chasis de camión	29
Figura 7. Bastidores de la tolva	30
Figura 8. Conjunto mecánico de elevación	31
Figura 9. Costado lateral de la tolva (8m3)	32
Figura 10. Compuerta de la tolva (8m3).....	33
Figura 11. Tolva de volteo	33
Figura 12. Flujograma de instalación de los elementos que componen el sistema hidráulico.....	34
Figura 13. Toma de fuerza, bomba y válvula de control hidráulico	35
Figura 14. Flujograma del proceso de negociación.	37
Figura 15. Flujograma de procesos para la fabricación de la tolva de volteo	39
Figura 16. Flujograma de actividades para el ensamblaje de conjuntos.	43
Figura 17. Flujograma de actividades para el montaje de la tolva en el chasis del camión.	45
Figura 18. Flujograma de actividades para la instalación del sistema hidráulico.....	46

Figura 19. Flujograma general de actividades para la fabricación de la tolva de volteo (8m3)	48
Figura 20. Flujograma de actividades para la fabricación de los bastidores de la tolva (8m3)	49
Figura 21. Flujograma de actividades para la fabricación de una tolva de volteo (cajón contenedor).....	50
Figura 22. Flujograma de actividades para la fabricación del conjunto mecánico de elevación (araña)	51
Figura 23. Imágenes de las máquinas actuales de la planta de I.V.E.....	60
Figura 24. Imágenes de las máquinas actuales de la planta de I.V.E.....	61
Figura 25. Cantidad de unidades anuales producidas.	64
Figura 26. Diagrama de flujo para la fabricación de la tolva de volteo.	69
Figura 27. Diagrama de flujo para la fabricación de los bastidores.	70
Figura 28. Diagrama de flujo para la fabricación del conjunto mecánico de elevación.	71
Figura 29. Imagen de los cables en el piso.	73
Figura 30. Imagen de las piezas ubicadas en el piso.	74
Figura 31. Desarrollo de zonas industriales, Secretaría de Desarrollo Productivo y Competitividad del Municipio del DMQ.	85
Figura 32. Mapa de los sectores industriales del Distrito Metropolitano de Quito.	86
Figura 33. Parque Industrial Turubamba.....	87
Figura 34. Parque Industrial Quito.....	89

Figura 35. Parque Industrial Calacalí.	90
Figura 36. Zona industrial de Amaguaña.	91
Figura 37. Layout de la nueva planta de Industrias I.V.E.	107
Figura 38. Distribución de zonas por colores.	108
Figura 39. Diagrama de flujo del bastidor de la nueva planta de Industrias I.V.E.	109
Figura 40. Diagrama de flujo del conjunto mecánico de elevación de la nueva planta de Industrias I.V.E.	110
Figura 41. Diagrama de flujo de la tolva de la nueva planta de Industrias I.V.E.	111
Figura 42. Mapa de riesgos y recursos para la nueva planta de Industrias I.V.E.	112
Figura 43. Proyección de ventas.	118
Figura 44. Variación de la capacidad productiva	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coeficiente k según el tipo de industria.....	18
Tabla 2. Principales proveedores	36
Tabla 3. Velocidad de corte CNC Hiperter según el espesor del material.....	57
Tabla 4. Velocidad de corte pantógrafo White Martins según el espesor del material	58
Tabla 5. Cálculo de las superficies teóricas requeridas para las máquinas	62
Tabla 6. Tiempo (horas) requeridas para la fabricación de cada subconjunto	63
Tabla 7. Riesgos del personal	72
Tabla 8. Tipos de riesgos más frecuentes en Industrias I.V.E.....	74
Tabla 9. Ponderación de las zonas industriales	92
Tabla 10. Precio del metro cuadrado del terreno en las zonas industriales	93
Tabla 11. Resumen cuadro de zonas.....	99
Tabla 12. Matriz de priorización de problemas	106
Tabla 13. Distancias totales recorridas de los elementos para formar cada subproducto.....	113
Tabla 14. Resultado económico del proyecto para su reubicación.....	116
Tabla 15. Resultado económico del proyecto sin reubicación.....	117
Tabla 16. Histórico y proyección de ventas (10 años)	118

Tabla 17. Inversiones requeridas para el proyecto de reubicación de la planta	119
Tabla 18. Préstamo bancario y capital propio	120
Tabla 19. Costos fijos	120
Tabla 20. Costos variables (unidad).....	121

Introducción

Industrias I.V.E. es una de las empresas más grandes del país, dedicada a la fabricación de tolvas de volteo. Posee una amplia experiencia y trayectoria, que ha evolucionado y se ha transformado a lo largo de varios años, a través de la adquisición de nuevas tecnologías.

Con la finalidad de elaborar el presente proyecto, primeramente se realizó una investigación acerca del funcionamiento de la planta de dicha empresa y sus procesos productivos. Se recabó la información histórica y técnica, que sirvió de base, justificación y referencia para el diseño de la nueva planta y el estudio de su reubicación. Para ello se ha contado con datos e información real existente, proporcionados por la Gerencia de la empresa.

El diseño planteado para el presente proyecto de titulación abarcó los siguientes estudios: análisis de los procesos y actividades, medición de la productividad y capacidad instalada, estudio del consumo eléctrico de los equipos, análisis de las posibles zonas de ubicación para la nueva planta y, por último, el estudio de factibilidad económica de llevar a cabo la reubicación.

Mediante el nuevo de diseño de planta se logra un mejor funcionamiento y distribución de los procesos productivos y sus respectivos espacios físicos, así como una mayor organización de la ejecución del trabajo del personal de planta.

Cabe anotar, que por motivos de confidencialidad, la empresa ha solicitado al estudiante, omitir la razón social de la misma. Por esta razón, el nombre ficticio adoptado para el desarrollo del presente trabajo, es Industrias I.V.E.

Antecedentes

Industrias de Volquetas Ecuatorianas (I.V.E.), (2013), es una empresa metalmeccánica pesada dedicada al diseño, fabricación, comercialización y entrega de baldes de volquetas, semirremolques, tolvas de volteo, plataformas de perforación petrolera, otros. La empresa se fundó en el año 1995 con el propósito inicial de brindar soporte a otra empresa, denominada Cajas de Seguridad Ecuatorianas (C.S.E.), la cual se dedicaba exclusivamente a la fabricación de cajas fuertes. Esta última tenía como única actividad el ensamblaje de cajas fuertes y bóvedas de seguridad. I.V.E., en cambio, maquinaba el acero destinado al ensamblaje realizado por C.S.E.

Industrias I.V.E. comenzó a expandirse, adoptando nuevas líneas de fabricación y diversificando su producción, mediante la adquisición de nuevas tecnologías, se especializó en la fabricación de tolvas de volteo para volquetas. Con el fin de continuar con las líneas anteriores, los socios constituyeron una empresa aparte, ubicada en una zona cercana. De este modo Industrias I.V.E. promueve así la industria nacional metalmeccánica pesada.

I.V.E. se ha especializado en el ramo mencionado, siendo actualmente una de las empresas más reconocidas del país. La empresa está ubicada en el, Valle de los Chillos, Pichincha, Ecuador. El terreno tiene un área total de 9466 m². Desde sus inicios ha fabricado productos de calidad gracias a la tecnología en la maquinaria y a los técnicos con los que ha contado.

La empresa cuenta con un total de cuarenta empleados entre personal administrativo y trabajadores, treinta de ellos son los trabajadores de planta.

La misión y visión de Industrias I.V.E. son las siguientes:

Misión

“Diseñar y fabricar baldes de volquetas, semirremolques, tolvas de volteo y conjuntos mecánicos de acuerdo a las necesidades de nuestros clientes; aplicando software actualizado y especializado, elementos importados de las mejores marcas a nivel internacional, equipamiento industrial de óptimo rendimiento y personal entrenado para su operación” (Industria de Volquetas Ecuatorianas, 2011, pág. 1).

Visión

“Industrias I.V.E. en el año 2015 será excelente en la consultoría y fabricación de equipos de carga para camiones, y logrará obtener el liderazgo en el mercado; en base a la calidad de producto, servicio y precios competitivos” (Industria de Volquetas Ecuatorianas, 2011, pág. 1).

Alcance

El alcance del presente trabajo es diseñar una nueva planta industrial metalmecánica para la empresa I.V.E, apta para la fabricación de baldes de volquetas, semirremolques y plataformas de perforación, cuya ubicación se halle en la provincia de Pichincha y cercana a la capital. Desde la Ingeniería en Producción, este diseño está enfocado principalmente hacia los procesos productivos, el estudio de una localización adecuada y la consideración de posibles riesgos que afecten a la seguridad industrial; no comprende diseños arquitectónicos (eléctricos, estructurales, etc). Para llegar a lograr este objetivo, se diseñará una planta que cumpla con los requerimientos actuales de la

empresa. Se realizará un análisis económico del costo de la nueva planta, así como de su viabilidad financiera.

Justificación

Industrias I.V.E. ha experimentado en los últimos años una expansión considerable de su producción, siendo ésta una de las razones para el traslado de la planta a un área más extensa de terreno, y a la vez a una zona más apta para el funcionamiento de una industria. Si bien Industrias I.V.E. cuenta con los permisos de funcionamiento legalmente requeridos, al ser ahora una zona residencial, los permisos de funcionamiento en el corto plazo podrían no ser renovados para que la planta continúe su actividad.

Dado que en un inicio, se trató de una empresa dedicada a la metalmecánica, más no estrictamente diseñada para la fabricación de equipos pesados, se hace necesario el diseño de una planta que se ajuste a los nuevos requerimientos de producción y a las necesidades actuales, que prevea una distribución adecuada y planificada de áreas especializadas para cada proceso.

Como consecuencia de lo mencionado anteriormente, la distribución actual no es la óptima para facilitar el proceso de producción del principal producto que la planta elabora en la actualidad, a saber, las tolvas de volteo, pues tuvo que adaptar las áreas existentes a la nueva maquinaria, sin poder instaurar un orden lógico que siguiera una secuencia de producción más lineal debido a la distribución los espacios físicos existentes.

Es por ello que en algunas ocasiones, durante la producción, los equipos y herramientas, por falta de espacio físico y organización, obstaculizan la circulación, indispensable para la ejecución del trabajo y el traslado de materiales.

Por otra parte, la planta actual carece del espacio físico suficiente para el almacenamiento tanto de materia prima como del producto terminado.

A pesar de los inconvenientes expuestos, la empresa cuenta con una amplia trayectoria y contribuye de modo efectivo al desarrollo del país, mediante la creación de puestos de trabajo y la fabricación nacional de productos altamente tecnificados y aptos para la construcción. Por esta razón es conveniente que la empresa procure su expansión, con el fin de satisfacer la demanda creciente de su producto. El presente trabajo pretende ser una contribución a este propósito.

Objetivo General

- Diseñar la distribución de la nueva planta de fabricación de volquetas mejorando sus procesos y capacidad productiva, de acuerdo con los requisitos de la normativa legal vigente y permitiendo su expansión.

Objetivos específicos

- Determinar una nueva ubicación que esté de acuerdo con la normativa legal vigente para una industria metalmecánica pesada, ofreciendo facilidad para la logística requerida y cumpliendo con las necesidades de la empresa.
- Levantar los procesos productivos actuales.
- Diseñar la nueva planta de forma que se puedan mejorar los procesos existentes.
- Determinar mediante un análisis económico la factibilidad de reubicación y expansión de su capacidad.

1. CAPÍTULO I. Marco Teórico

1.1. Breve reseña histórica de las plantas industriales

Con el paso de los años, la importancia de mantener las áreas de trabajo correctamente organizadas y distribuidas dentro de una planta de producción se ha vuelto un tema de gran interés dentro del sector industrial. Si bien este tema anteriormente era tomado a la ligera o muchas veces pasado por alto, actualmente es considerado importante por la mayor parte de plantas industriales.

A fines del siglo XVIII, con la llegada de la revolución industrial, seguida de los nuevos descubrimientos, de los avances tecnológicos y el crecimiento poblacional de los siglos XIX y XX, fue necesario diseñar nuevos métodos de producción que permitieran fabricar productos a gran escala, que fueran suficientes para satisfacer crecimiento demográfico. A partir de ese momento comenzó el boom de la producción en masa.

Desde finales del siglo XVIII, los talleres fueron sustituidos por fábricas, lo que supuso un cambio trascendental en la organización del trabajo respecto a la época preindustrial. Todo esto significó un ahorro de trabajo, un incremento de la productividad y un abaratamiento de costos (Becerra, 1998, p.5).

La Revolución Industrial implicó que se pusieran en práctica nuevos sistemas de producción. Se mejoraron los procesos de trabajo, cuya duración se cronometraba con exactitud, de manera que el trabajo se volvió más eficaz, pero también más mecánico y monótono. En un principio se integraban las máquinas y los procesos afines, se constituían filas de las áreas de trabajo delimitando corredores y manteniéndolos limpios, finalmente se acomodaban los materiales.

Posteriormente el empresario Henry Ford desarrolló la denominada cadena de montaje, la cual permitió reducir los tiempos muertos entre las distintas tareas. Mediante estos cambios, la carga de trabajo y el número de partes que

fabricaba cada operario aumentó, lo que permitió reducir los precios (Álvarez et al., 2006, p.225).

La Revolución Industrial indujo a que las fábricas experimentaran una ordenación, la cual se convirtió en un objetivo económico. La mecanización constituyó una de las primeras mejoras, las áreas de trabajo se mantenían limpias, lo que resultó de una ayuda incuestionable. Se puso especial atención a la especialización del trabajo, al manejo de los materiales y al estudio de movimientos del proceso operativo.

Finalmente, la Revolución Industrial, además de enriquecer a muchos empresarios, quienes lograron controlar en gran medida el mercado y eliminaron cualquier tipo de competencia, significó un progreso técnico y material para las industrias, pues surgieron los centros industriales que contribuyeron al desarrollo de nuevos inventos y al surgimiento de nuevas tecnologías. Se empezaron a estudiar los asuntos referentes a la distribución, hasta llegar a los principios y técnicas actuales.

1.2. Distribución de planta y sus objetivos

Actualmente la distribución en planta (“Layout”) es la ordenación física de los distintos elementos involucrados dentro de un proceso productivo y tiene como finalidad la reducción de costos, tiempos y optimización de los recorridos. De esta manera se logra un incremento de la productividad y eficacia. Durante la planeación de la distribución se deben tomar en cuenta los espacios y áreas necesarias para el movimiento de materiales, equipos, desplazamiento de los trabajadores y almacenamiento.

En general, una empresa mediante una distribución busca obtener beneficios tanto económicos como sociales. En cuanto a los beneficios económicos, permite aumentar la productividad y reducir los costos; socialmente, se pretende brindar seguridad al trabajador y satisfacción por la actividad a la que se dedica.

El poseer una planta bien organizada y distribuida posibilita mantener un flujo de producción uniforme, donde se minimizan los espacios y se reducen los movimientos innecesarios. De esta manera se cumplirá con las metas esperadas y los tiempos de ejecución necesarios de las distintas actividades. Por otra parte, se eliminan cuellos de botella y mejora la comunicación con el personal.

La importancia de una correcta distribución es evitar paras en la producción, errores en el proceso e incluso una mala comunicación entre los operarios. De no ser corregidos estos aspectos, podrían surgir quejas y reclamos de las partes interesadas, reprocesos y altos costos de la no calidad.

Una mejora en la distribución de una planta no solamente está orientada a optimizar los procesos, sino a perfeccionar los métodos de trabajo seguro, de manera que los trabajadores involucrados dentro del proceso puedan desempeñarse con mayor efectividad, y seguridad, de tal modo que se eviten accidentes.

El ambiente dentro del cual se desempeña un trabajador juega un papel importante, ya que influye significativamente en la salud de la persona. Un trabajador desmotivado y sin la infraestructura adecuada, puede ser motivo de un accidente, por lo tanto, por medio de una correcta distribución de planta se busca brindar mayor comodidad y satisfacción al personal, tomando en cuenta los riesgos ergonómicos y algunos psicosociales.

Al tener un flujo de trabajo continuo, se logran reducir considerablemente los retrasos en las diferentes etapas del proceso productivo. Los tiempos de espera entre procesos disminuyen, logrando así aumentar la producción y la formación de colas intermedias. Esto permite tener datos más reales y exactos sobre la capacidad de producción de la planta, facilitando la elaboración de pronósticos.

Un buen diseño de planta, a más de disminuir los tiempos de fabricación y minimizar los tiempos muertos y cuellos de botella, facilita las tareas de

vigilancia y control, pues busca ubicar adecuadamente los espacios y los puestos de trabajo.

Dependiendo del producto a fabricar, se deben tener en cuenta: las actividades del proceso, las especificaciones técnicas y el tipo de almacenamiento. Un incorrecto almacenamiento del material puede ocasionar que los operarios no lo encuentren fácilmente y les lleve tiempo identificarlo. Además el material puede ser olvidado, deteriorarse o resultar obsoleto. Las ventajas de un almacenamiento correcto son: un rápido acceso al material y a los insumos, un mejor control y conservación del mismo.

Al realizar una correcta planificación de la distribución, se contempla en el diseño propuesto la posibilidad de expandir el área de almacenamiento, ante un posible aumento de la producción.

Por lo tanto, para realizar una adecuada distribución en planta ha de observarse cuáles son sus objetivos estratégicos, por procesos y de gestión, sus necesidades de espacio y configuración de áreas, la disposición física requerida de sus instalaciones y equipos, así como la localización de los distintos puestos de trabajo y de los respectivos accesos. De esta manera se logra controlar las siete mudas de la producción:

- a) Sobreproducción: significa producir más o más aceleradamente de lo requerido. Ej.: costos excesivos de inventario, ya que el material debe ser almacenado y ocupa espacio que puede ser requerido para otro propósito.
- b) Espera: períodos prolongados de espera. Ej.: colas de partes que esperan a ser procesadas.
- c) Transporte: múltiples movimientos de partes o documentos sin un proceso continuo. Ej.: movimientos inútiles de partes, herramientas o documentos que entorpecen el proceso.
- d) Proceso: pasos innecesarios dentro del proceso. Ej.: una excesiva verificación puede generar demoras que multiplican los tiempos.

- e) Inventarios: suministro en exceso de materiales. Ej.: si se da una sobreproducción y el producto no alcanza la demanda esperada, se dan excesos en inventarios.
- f) Movimientos: desplazamientos del operador fuera de su puesto de trabajo o del proceso productivo. Ej.: búsqueda frecuente e innecesaria de insumos o herramientas.
- g) Producir partes defectuosas: el producto no satisface las especificaciones requeridas. Ej.: Piezas con algún defecto de producción que requieren ser reprocesadas o refabricadas.

El control de mudas resulta, por lo tanto, ser esencial para trabajar productivamente, pues se evitan desperdicios, multiplicación de tiempos, excesos en inventarios y un transporte ineficiente, en definitiva, pasos innecesarios dentro del proceso.

Mediante la nueva distribución se pretende mejorar los procesos existentes, de manera que éstos fluyan y funcionen adecuadamente y que exista un desempeño laboral más eficiente, que cumpla con las expectativas y necesidades de la empresa.

1.3. Principios para la distribución en planta

La distribución de una planta será más eficiente si se observan y aplican los siguientes principios presentados por García y Quesada (2005, p.8).

- **Principio de integración:**
Mediante una integración que tenga en cuenta trabajadores, máquinas, materiales, se buscará una distribución que permita el funcionamiento óptimo como un solo conjunto.

- **Principio de la distancia mínima recorrida:**

Es aquella distribución en la que se reducen los movimientos excesivos de materiales, productos, equipos, etc. Esto permite que las distancias que se necesiten recorrer sean las menores posibles.

- **Principio de circulación:**

Dentro de una planta se busca que las distintas áreas de trabajo y procesos se alinien, de modo que las actividades de transformación que sufren los materiales tengan una secuencia continua.

- **Principio del espacio cúbico:**

Los espacios disponibles de las distintas áreas deben ser optimizados. Se deben aprovechar los lugares que no se encuentran ocupados tanto verticalmente, como horizontalmente. Para una buena distribución se debe tener en cuenta las tres dimensiones: largo ancho y altura.

- **Principio de seguridad industrial:**

La seguridad de los trabajadores es importante dentro del diseño de una distribución de planta, ya que de esta manera se pueden identificar los peligros y eliminar los riesgos (físico, químico, biológico, ergonómico, mecánico y psicosociales), con el objetivo de brindar al trabajador seguridad y evitar accidentes y posibles enfermedades ocupacionales.

- **Principio de flexibilidad:**

Este principio se aplica cuando la distribución en una planta se logra realizar al menor costo posible y con la menor cantidad de problemas que necesitan ser resueltos.

Durante la elaboración del diseño y planificación de la distribución de una planta es importante lograr el cumplimiento de los principios mencionados anteriormente, ya que de este modo se garantizará la funcionalidad de la misma en base a los requisitos establecidos. Como parte del análisis para la distribución de la planta y según el tipo de empresa, se deben tomar en cuenta

también otros factores que pueden tener influencia sobre cualquier distribución y que se mencionan a continuación:

- **Materia prima:**

Se debe tomar en cuenta la forma, el tamaño, el peso y el volumen de los distintos materiales o materias primas porque éstos son datos indispensables para determinar el área requerida y el sistema de traslado hasta su lugar de uso. De acuerdo al peso, volumen o cantidad deberá destinarse un espacio adecuado para su almacenamiento y el medio apropiado de transporte.

- **Maquinaria y equipos:**

Dependiendo del tipo de producto y la complejidad del proceso de transformación que sea requerido, se proporcionará la maquinaria adecuada, tomando en cuenta su funcionalidad, el tamaño, el peso, el volumen y sus dimensiones, con la finalidad de designar los lugares y el espacio mínimo requerido, accesos, movimientos y comodidad del trabajador que la opera. El conocer los equipos que posee la planta, permite tener una visión más completa durante el diseño porque así se pueden distribuir los espacios, accesos y áreas de circulación de modo más adecuado, acorde a la maquinaria existente y a los nuevos espacios requeridos.

- **Circulación:**

Todas las fábricas deben contar con corredores de circulación, los cuales conectan estratégicamente todas las áreas de la planta. Estos corredores deberán constituir un camino seguro, estar siempre despejados y su uso deberá estar limitado a la movilización peatonal exclusiva de los trabajadores. El personal de esta manera se podrá trasladar con mayor facilidad y seguridad, evitando riesgos y accidentes.

- **Mano de obra:**

Para una correcta distribución, no solamente basta con mover las cosas o crear nuevos espacios, sino que también es indispensable contar con el personal competente, lo que significa que éste debe estar correspondientemente capacitado y conocer los respectivos procesos. Para que el personal sea más eficiente y pueda desempeñar mejor su trabajo, las instalaciones deben ser las apropiadas con respecto a la iluminación, el ruido, la temperatura, la ventilación y otros. De este modo, el trabajador se encontrará más motivado e identificado con la organización al constatar que la empresa se preocupa por proporcionarle un ambiente adecuado y ordenado para que realice sus actividades.

- **Esperas:**

Dentro de una planta se tiene como objetivo que la circulación de materiales y producto terminado sea lo más fluido posible, evitando así demoras y tiempos muertos que puedan ocasionar altos costos de producción.

1.4. Tipos de distribución en planta

Dependiendo del tipo de proceso de fabricación que se maneje, se identificarán las distintas formas de distribución en planta (De la Fuente, García y Fernández, 2005, p. 9). A continuación se mencionan diversos tipos de distribución:

- **Por producto:** Se mantienen producciones continuas o repetitivas.
- **Por proceso:** La producción es realizada por lotes.
- **De posición fija:** Se enfoca hacia un proyecto.
- **Grupos autónomos de trabajo:** Cuando el volumen de producción de un producto no es el suficiente para establecer una distribución por producto.

1.4.1. Distribución de planta por producto

Una distribución de planta enfocada al producto es aquella en donde el proceso de fabricación es completamente continuo y repetitivo. Este tipo de distribuciones se asocian normalmente con productos de consumo global, los cuales mantienen una forma y características establecidas, sin presentar ningún tipo de variación en un período de tiempo considerable, como por ejemplo las cadenas de montaje de los automóviles, la producción de gaseosas, otros.

En este tipo de distribuciones se las suele colocar a las máquinas una junto a la otra, formando una línea de producción continua. El tiempo de transformación la materia prima dentro de la línea de fabricación entre cada máquina se reduce considerablemente, permitiendo que el proceso sea más rápido y efectivo.

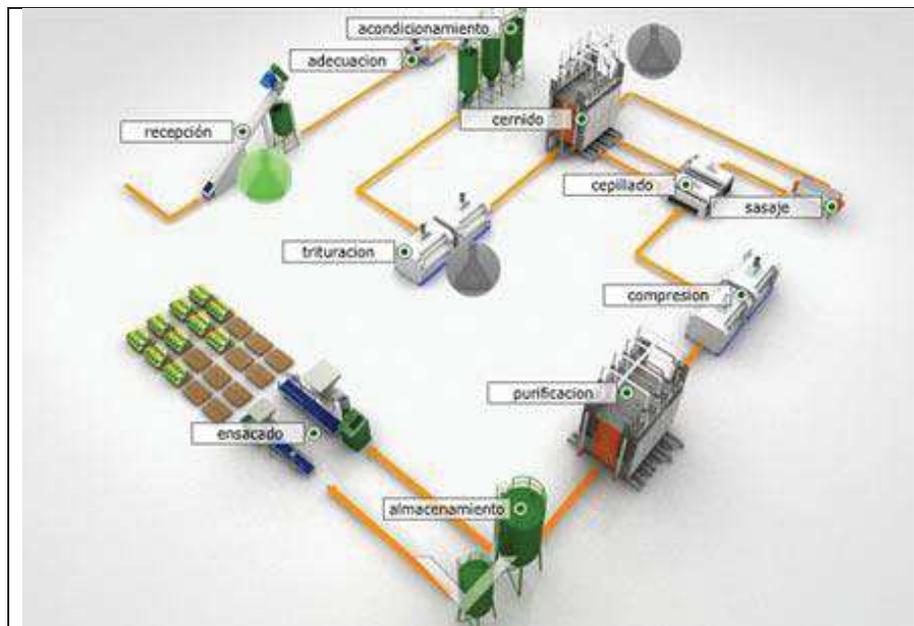


Figura 1. Esquema de distribución por producto

Tomado de Revista Virtual Pro, 2013

Las ventajas en una distribución por producto son:

- Reducción de tiempos de fabricación
- Reducción del personal dentro del proceso de producción y supervisión
- Simplificación de las tareas

Las principales desventajas identificadas son:

- Poca flexibilidad dentro del proceso (un pequeño cambio del producto, puede requerir drásticos cambios en las instalaciones)
- Monotonía en el trabajo

1.4.2. Distribución de planta por proceso

Una distribución por proceso se la realiza cuando la producción se encuentra planificada por lotes, por ejemplo: la producción de muebles, trabajos de torneado, pintura, otros. En este tipo de distribución, tanto el personal como los equipos se juntan en un solo área, donde cada uno cumple con una función específica designada.

Este tipo de distribución generalmente es adoptado por empresas que no producen solamente un tipo de producto específico. Al tener una amplia variedad de productos, existen varias operaciones que se realizan simultáneamente, pudiendo así visualizarse una diversidad de flujos y recorridos.

Los clientes y el mercado juegan un papel importante dentro de este tipo de distribución. Se evidencia una producción de carácter flexible, ya que el producto puede ser sometido a modificaciones o a cambios en la demanda.

Una distribución con estas características conlleva ciertos inconvenientes: baja eficiencia en las operaciones y el transporte, los inventarios de producción aumentan considerablemente y existen pérdidas de tiempo productivo debido a los cambios en la distribución en sí. Gracias a las innovaciones tecnológicas de

los últimos años se está logrando que dichos inconvenientes sean minimizados, alcanzando una eficiencia adecuada.

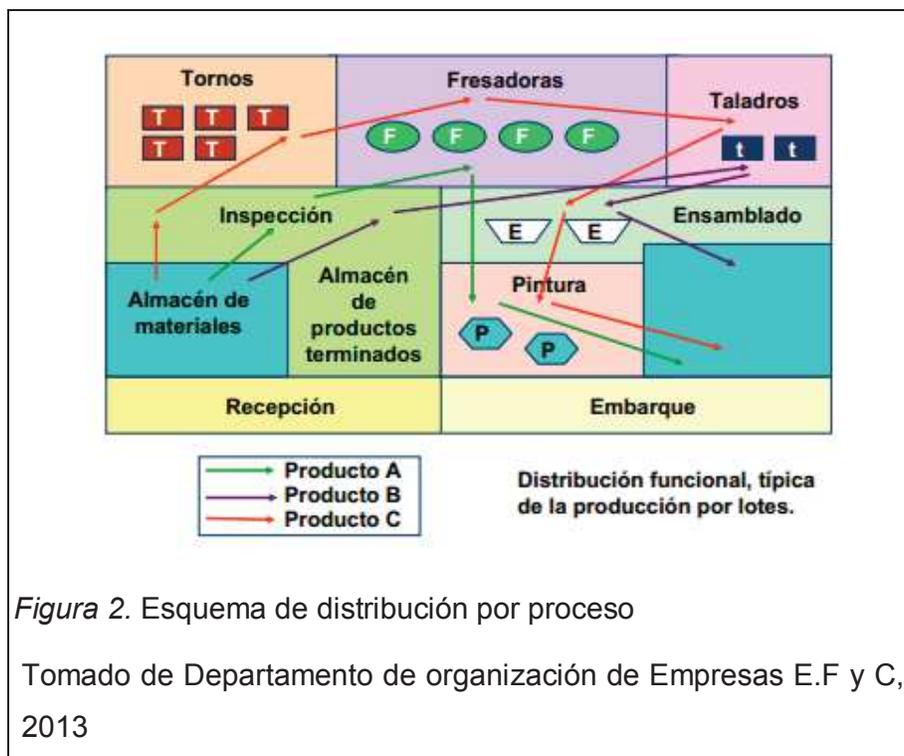
Las principales ventajas que presenta este tipo de distribución son:

- **Fiabilidad:**

En caso de daño de alguna máquina no se tiene que detener todo el proceso de fabricación.

- **Diversidad de tareas:**

La diversidad de actividades asignadas a los trabajadores permite mantener a los mismos motivados, sin que el trabajo se vuelva monótono.



1.4.3. Fórmula de cálculo de las superficies teóricas mínimas

En toda planta, el momento de realizar la planificación de la distribución, sea ésta por producto, por proceso o de cualquier otro tipo, es indispensable tener

conocimiento sobre los espacios que son requeridos para cada sección de trabajo. Con el fin de establecer las dimensiones mínimas de cada sección, se debe conocer la cantidad de máquinas, personal y equipos necesarios. El número de trabajadores y de máquinas, así como el volumen del producto terminado deberán ser previstos y calculados en función de la demanda y los datos históricos disponibles.

Para el cálculo matemático del espacio físico, teniendo en cuenta las áreas de circulación, de operación y desempeño laboral deben analizarse tres variables:

- **Superficie estática (Se):**
Superficie requerida por las máquinas o equipos.
- **Superficie de gravitación (Sg):**
Cantidad de espacio necesario para que los operarios realicen su trabajo, contando también los lugares para que coloquen los materiales y herramientas.
- **Superficie de evolución (Sv):**
Espacios considerados para la circulación de materiales y trabajadores.

Una vez establecidos los valores individuales de cada parámetro, se procede a calcular la superficie total necesaria denominada (ST). La fórmula de cálculo pertinente es:

$$ST = Se + Sg + Sv$$

Los valores de las variables Sg y Sv se calculan respectivamente como:

$$Sg = Se * n$$
$$SV = (Se + Sg) * k$$

Dónde:

- **n**= número de lados de la máquina por el cual se puede acceder al trabajo que se está realizando.
- **k**= Coeficiente que puede variar entre 0,05 y 3, dependiendo el tipo de industria.

Tabla 1. Coeficiente k según el tipo de industria

Gran industria, alimentación y evacuación mediante puente grúa	0,05 a 0,15
Trabajo en cadena con transportador mecánico	0,10 a 0,25
Industria textil hilado, industria cerámica	0,05 a 0,25
Industria textil tejido, muebles, juguetes	0,50 a 1
Industria electrónica	0,75 a 1
Pequeña mecánica	1,50 a 2
Industria mecánica	2 a 3

Una vez calculado el tamaño de cada sección, se procede a diagramar la ordenación de cada uno de los elementos dando la configuración más idónea. De las soluciones propuestas, se elige finalmente la más conveniente y la que englobe todos los aspectos requeridos.

1.4.4. Distribución de posición fija

Una distribución de posición fija se realiza cuando se tiene un producto o elemento demasiado grande y pesado como para moverlo en las distintas secciones o áreas de trabajo. Los procesos se adaptan a la ubicación del

producto. El mover un producto de gran tamaño significa pérdidas de tiempo y dinero.

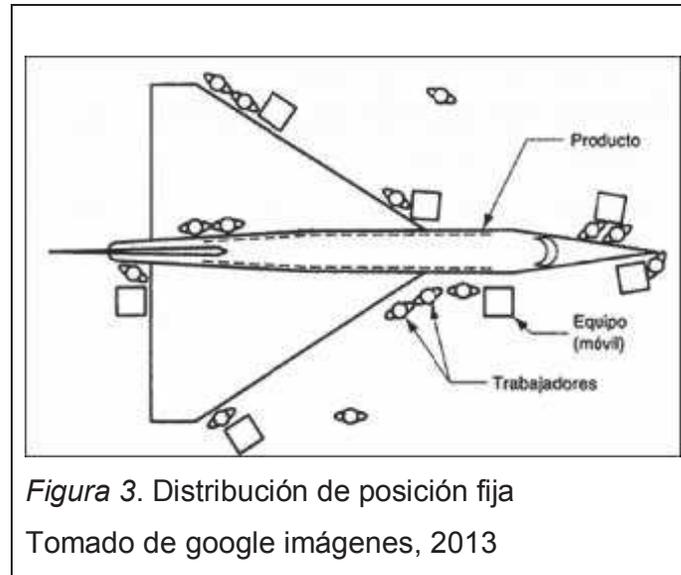


Figura 3. Distribución de posición fija
Tomado de google imágenes, 2013

Las ventajas que presenta este tipo de distribución son:

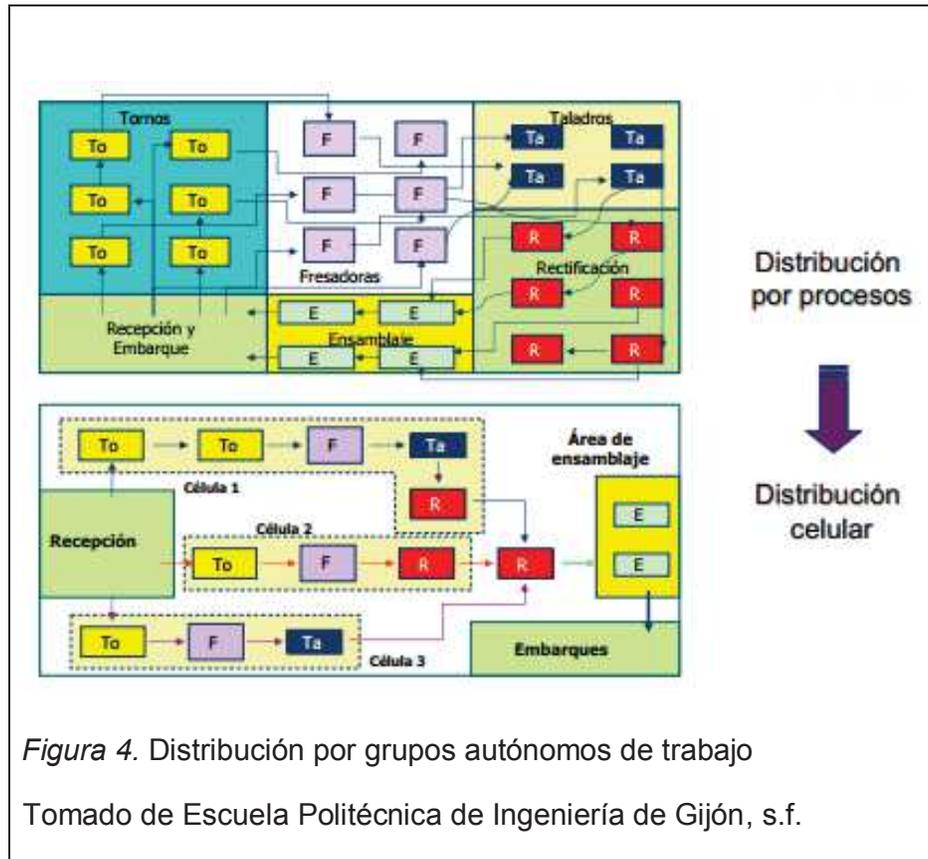
- Equipos y materiales a inmediata disposición
- Permite realizar e integrar cambios propuestos
- Se adapta al tipo de producto

1.4.5. Grupos autónomos de trabajo

Cuando un producto no tiene la suficiente acogida dentro del mercado y los volúmenes de producción son bajos, no se puede adoptar un tipo de distribución específica para la fabricación de dicho producto. En estos casos es recomendable realizar una agrupación por familia de productos, donde los mismos comparten ciertas operaciones similares de fabricación.

Para formar adecuadamente los grupos de trabajo es necesario identificar:

- Se debe definir las máquinas y personas que conformará el grupo de trabajo.
- Hay que identificar los productos de características similares en base a; tamaño, forma, peso y similitud de fabricación.



1.5. Líneas de circulación y flujos

La circulación de los materiales y trabajadores desempeña un papel fundamental en la distribución de una planta (Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón, s.f.).

En la diagramación de los recorridos se establecen, mediante líneas de representación, los movimientos necesarios para la ejecución de las operaciones. Existen dos tipos de líneas de circulación: las horizontales y verticales. Dichas líneas representan el sentido del flujo correcto.

1.5.1. Circuitos

- **Circuito en U:**

En un circuito en U, tanto la entrada como salida del proceso se encuentran en el mismo nivel. Este tipo de circuito facilita las actividades de supervisión por parte del operario y permite la optimización de espacio.

- **Circuito en S:**

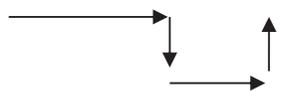
Este tipo de circuito se lo utiliza cuando el proceso es relativamente extenso, manteniendo un recorrido en forma de S, ocupando un mayor espacio de la planta.

- **Circuito en O:**

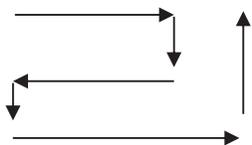
Las operaciones se las realiza en función de sistemas rotatorios para su montaje.

Dependiendo del proceso a ejecutar se pueden combinar varias formas de circuitos en lugar, entre los cuales están:

- Sistema de flujo (L+L)



- Sistema de flujo (S+L)



- Sistema de flujo (O+U)



A continuación se enlistan los principales factores que se deben tener en cuenta para la localización, aunque no son los únicos criterios que deben ser analizados. Es muy importante que los criterios a ser evaluados sean pertinentes con el tipo de industria que se busca localizar.

Los factores:

- **El transporte:**

La facilidad en el transporte permite que los costos de producción y tiempos de abastecimiento y entrega se reduzcan considerablemente. Cuando existen envíos frecuentes, y los productos que se distribuyen son de gran tamaño, los costos asociados al transporte son más significativos para la empresa. La planta debe en lo posible tratar de ubicarse en un sector lo más cercano a los clientes y a las partes interesadas. En base a las distancias con los proveedores, la empresa podrá determinar el stock necesario de materia prima a mantener en inventario.

- **Factores ambientales:**

Son zonas que debido a las condiciones climáticas impiden o complican el establecimiento de cierto tipo de industrias.

- **La mano de obra:**

Se requiere de mano de obra calificada con capacidad de adaptación rápida. El sector donde se ubique la planta debe en lo posible contar con un servicio de transporte público.

- **Rutas de acceso:**

Se debe verificar la existencia de los medios de comunicación necesarios para el acceso a la planta. Dependiendo el tipo de industria, se debe verificar que las vías sean aptas para el transporte de los diversos tipos y tamaños de carga.

- **Terreno y construcción:**

Se verifica la topografía del terreno y la capacidad portante del mismo. En base a esta información se elige la mejor técnica de construcción.

- **Servicios básicos:**

Toda planta para su funcionamiento debe contar con los servicios básicos (luz, agua y teléfono). Según el tipo de industria deben tomarse en cuenta los consumos de energía y de agua, de forma que en el lugar este garantizado el abastecimiento requerido.

- **Mercado y proveedores:**

Se busca mantener cercanía con los clientes y proveedores, con la finalidad de poder entregar el producto lo más rápidamente posible, y a su vez que los proveedores puedan brindarnos un mejor servicio de manera más eficiente. Se busca siempre mantener una relación de mutuo beneficio. De esta manera también los costos se mantienen o hay un ligero incremento.

Con el paso de los años las empresas y negocios que han tenido éxito, buscan crecer y aumentar su capacidad de producción con la finalidad de satisfacer la demanda del mercado.

Para poder lograr lo mencionado se tienen tres posibles opciones:

- **Expandir una instalación ya existente:**

Expansión que se lleva a cabo en fábricas que poseen espacio de terreno suficiente para realizar una ampliación. Dependiendo el tipo de ampliación a realizar los costos de la misma pueden variar. Por lo general los costos de una ampliación no llegan a ser tan elevados comparado con los de crear una nueva planta.

- **Crear nuevas instalaciones en nuevos lugares:**

La planta actual se encuentra a máxima capacidad de producción y requiere nuevos espacios. Con la nueva planta además de aumentar la

capacidad se crean áreas complementarias que permitirán un mejor funcionamiento.

- **Cerrar completamente las instalaciones y abrir otras nuevas en otra ubicación:**

La planta se encuentra perdiendo dinero por múltiples razones, una de ellas puede estar influenciada por la localización de la misma, donde los costos son muy elevados. En casos como estos un cambio radical de cerrar la planta y reabrir en otra ubicación puede ayudar a solucionar gran parte de los problemas.

1.7. Consideraciones económicas

La decisión de construir, ampliar o modernizar una planta industrial pasa necesariamente a través de un análisis sobre su viabilidad económica.

La inversión requerida tiene que ser recuperable en el tiempo, lo cual es posible si es que factores como la demanda de productos son al menos medianamente seguros. Para el caso de esta industria, la demanda está relacionada esencialmente con la construcción de infraestructura vial.

La inversión a ser realizada guarda relación con la capacidad de producción que se desea alcanzar, en el corto y mediano plazo.

Otras consideraciones que se deben tomar en cuenta es la disponibilidad de capital para poder realizar estas inversiones, el mismo que puede provenir de los accionistas o a través de líneas de crédito.

2. CAPÍTULO II. Análisis del proceso productivo y la capacidad instalada

Un proceso productivo se define como una serie de actividades, mediante las cuales los distintos elementos de entrada (materia prima) sufren una transformación, generando como resultado un producto, al cual se le ha agregado valor.

Para realizar el diseño de planta de una empresa existente, es indispensable analizar su proceso productivo y la capacidad requerida en función de la demanda presente y futura. Es igualmente necesario considerar todas las demás áreas existentes, sean éstas de personal, administrativas o de servicios, para que el diseño de la nueva planta responda adecuadamente y justifique la inversión a realizar.

Tal como se mencionó en el punto 1.4.1., una distribución por producto dispone de la maquinaria y los procesos de trabajo de acuerdo con las actividades necesarias para la fabricación de un producto. También se caracteriza por mantener una línea de producción o montaje continua y repetitiva con áreas establecidas donde se ejecutan actividades específicas (Salas, 2013). Los flujos de materiales y productos semi-terminados están bien establecidos, siguiendo una secuencia, con el propósito de obtener el producto terminado al final de la cadena de producción.

Haciendo referencia al caso de Industrias I.V.E., en sus inicios y durante varios años, se dedicó a la fabricación de una amplia gama de productos, tales como: carpintería metálica, puertas blindadas, estructuras metálicas, cajas fuertes, semirremolques, tolvas, otros; razón por la cual su planta actual, a pesar de las adaptaciones que ha experimentado, no responde de modo óptimo a sus necesidades actuales. En los últimos años la empresa se ha centrado en una distribución por producto: las tolvas de volteo de 8 m³. Si bien la planta se ha adaptado parcialmente en el transcurso del tiempo a las nuevas necesidades

del mercado, adquiriendo maquinaria de última tecnología, implementando nuevos procesos productivos, adaptando espacios y mejorando su distribución actual, sigue sin alcanzar la productividad esperada para la fabricación de las tolvas. En varias ocasiones, la maquinaria ha tenido que ser movida de sitio dentro de la planta sin permitir los suficientes espacios de circulación y trabajo, el área de almacenamiento para la materia prima y el producto semi-elaborado es insuficiente, la ubicación de los equipos y herramientas no es el más idóneo, lo que impide tener orden para una reducción de tiempos y un trabajo más efectivo.

Industrias I.V.E. también fabrica piezas complementarias para el montaje y funcionamiento del conjunto de la tolva, según requerimientos técnicos específicos. Dichas piezas son: bisagras de volteo, brazos de elevación, porta llantas, bocines, pines, otros, que están orientadas a dar soporte al ensamble del producto final.

El objeto del presente trabajo es diseñar la distribución de la nueva planta para la fabricación de tolvas de volteo, con una capacidad de 8 m³ para Industrias I.V.E., teniendo en cuenta las áreas necesarias de fabricación, almacenamiento y logística, con el fin de mejorar sus procesos y capacidad productiva.

2.1. Descripción del producto

Una tolva de volteo es un cajón o contenedor de acero que sirve para depositar los materiales a ser trasladados, como por ejemplo: roca, arena, asfalto y tierra, otros. Existen varios tipos de tolvas con diferentes capacidades de carga y tamaño. Dependiendo de la cantidad de material a ser transportado y las distancias entre carga y descarga, el volumen de carga de la tolva puede oscilar entre 8 a 14m³.

La tolva de volteo (denominada producto semi-elaborado) la conforman los siguientes conjuntos:

- el cajón o tolva

- el bastidor o cama
- el conjunto mecánico de elevación (araña)

La tolva de 8m³ es fabricada con un acero estructural A36 de distintos espesores. El acero A36 es una aleación de acero al carbono con una resistencia de 36 Kpsi. Este acero es utilizado en general en las construcciones e industrias de manufactura, el cual está disponible en forma de ejes, planchas, vigas, otros. Dentro de la familia de los aceros al carbono, el ASTM A36 es uno de los aceros de uso más común en el mercado, debido principalmente a su bajo costo, pero también a sus excelentes propiedades de resistencia mecánica (Manzueta, 2013).

La composición química del A36 está principalmente dada por:

- Hierro en un 98 a 99%
- Carbono en un 0.18%, cobre en un 0.2% y por magnesio entre un 0.8-0.9% para aumentar la fuerza y la resistencia.

Todas las partes que componen la tolva son fabricadas con el mismo acero, pero con distintos espesores según su ubicación y función. Los espesores de acero que podemos encontrar en esta tolva son de; 3, 4, 6 y 8mm.

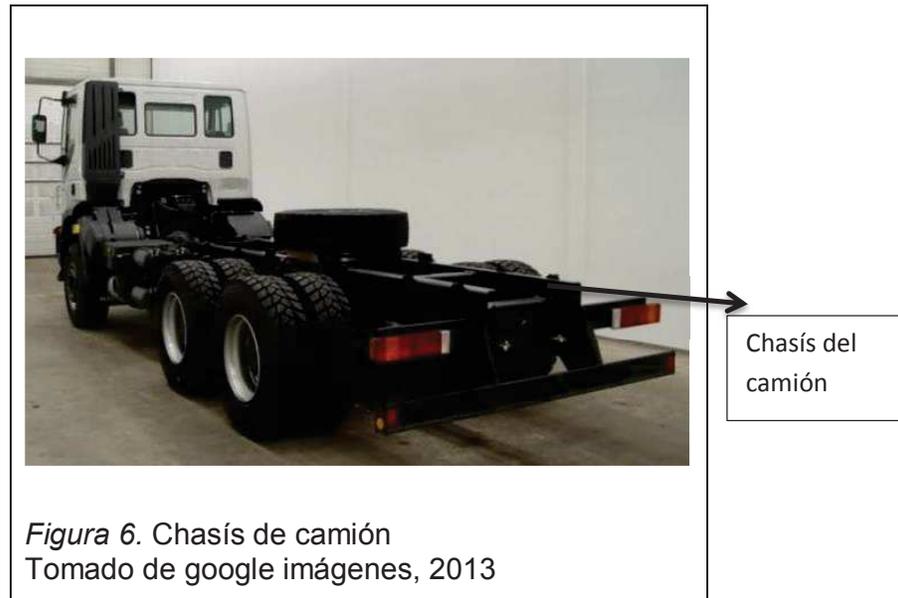
2.1.1. Elementos que conforman una volqueta

La volqueta o producto terminado está compuesta por cuatro elementos principales:

- Chasis del camión
- Tolva y conjuntos integrantes como: cajón, bastidor y conjunto mecánico de elevación
- Sistema hidráulico

A. Chasis del camión

El chasis es un elemento del camión que es suministrado por los clientes o concesionarias de Industrias I.V.E. y está compuesto por: chasis, motor, cabina, ruedas y transmisión. Existen distintos tipos de camiones, con diferentes capacidades de carga, la cual dependerá de la actividad requerida.



B. Bastidor (cama)

El bastidor (cama) es la estructura donde se asienta o apoya la tolva y se encuentra ubicada y fijada sobre el chasis del camión. La cama está conformada por dos largueros laterales doblados en forma de U, un puente central con una sección tipo caja donde se fija la base del cilindro hidráulico y un cilindro horizontal hueco entre el puente central y las bisagras posteriores de la tolva donde el eje para el movimiento de la araña es insertado. En los extremos de este eje se coloca los brazos de soporte auxiliar los cuales permiten sujetar la tolva al momento de realizar mantenimientos.

Se coloca un bastidor encima del chasis del camión con el fin de eliminar cualquier tipo de esfuerzo concentrado, para el cual el chasis no ha sido

diseñado. En el bastidor se pueden realizar cortes y soldaduras necesarios para el montaje de la tolva; de esta manera el chasis del camión se mantiene intacto y se evita la posibilidad de éste sea debilitado.



Figura 7. Bastidores de la tolva

C. Conjunto mecánico de elevación (araña)

El conjunto mecánico de elevación (araña) es un sistema que se encuentra alojado en la parte posterior del bastidor (cama) de la tolva. La instalación de este sistema mecánico denominado araña es necesaria, ya que el recorrido del vástago del cilindro hidráulico, no es suficiente como para poder levantar la tolva en el ángulo requerido para la descarga. Cuando el vástago del cilindro se encuentra completamente extendido, el ángulo máximo que debe formar la tolva con respecto a la cama es de 45° . La principal función que cumple la araña es aumentar la distancia de desplazamiento del cilindro y el ángulo de giro de la tolva, para así poder alcanzar los 45° sin problema y, a su vez, mantener el tamaño de cilindro hidráulico que encaja en la cama. Este sistema no solamente cumple con el propósito para el cual fue diseñado, sino que

también ayuda a brindar a todo el conjunto mayor estabilidad, equilibrio y protección del sistema hidráulico y cilindro.

Mediante este sistema el vástago del cilindro hidráulico se encuentra más seguro y menos expuesto a las partículas de polvo que pueden rayarlo y contaminar el líquido hidráulico.

La araña es un mecanismo de brazos encargada de transmitir el empuje del cilindro hidráulico a los perfiles de sección cuadrada que se encuentran conectados con la tolva. En la araña entra el extremo móvil del cilindro hidráulico y salen los perfiles encargados de transmitir el movimiento a la tolva.



D. Tolva

La tolva es el elemento principal de una volqueta. Esta posee la forma de una caja o contenedor que permite almacenar los distintos materiales a ser transportados. El cajón, una vez armado, es capaz de soportar las diferentes presiones ejercidas por las cargas y los impactos del mismo durante su llenado.

La tolva está conformada por los siguientes elementos:

- Dos paneles (acero 6mm) laterales reforzados que conforman los costados de la tolva.
- Un panel frontal (acero 6mm) con forma de visera en la parte superior para la protección de la cabina del conductor.
- Una tapa posterior (acero 6mm) reforzada, para la descarga del material.
- Un piso (acero 6mm).
- Dos largueros en forma de U para el soporte del piso y la tolva.



Figura 9. Costado lateral de la tolva (8m³)



Figura 10. Compuerta de la tolva (8m³)



Figura 11. Tolva de volteo

E. Sistema hidráulico

El sistema hidráulico es un mecanismo que, a través de la presión de los fluidos, ejerce grandes fuerzas en un cilindro, generando movimiento y permitiendo levantar pesadas cargas.

Cuando se realiza la instalación de una tolva de volteo en el chasis de un camión, se debe montar también todo el conjunto del sistema hidráulico para su

funcionamiento. Cada marca y modelo de camión necesita de sus propias partes o accesorios específicos que son montados durante la fabricación. Estos accesorios son proporcionados por fabricantes especializados.

La instalación de todo el conjunto hidráulico en cada camión toma alrededor de tres horas y es realizada por un grupo de tres personas especializadas, quienes se encargan de colocar todo el conjunto.

El conjunto del sistema hidráulico está constituido por el siguiente proceso:

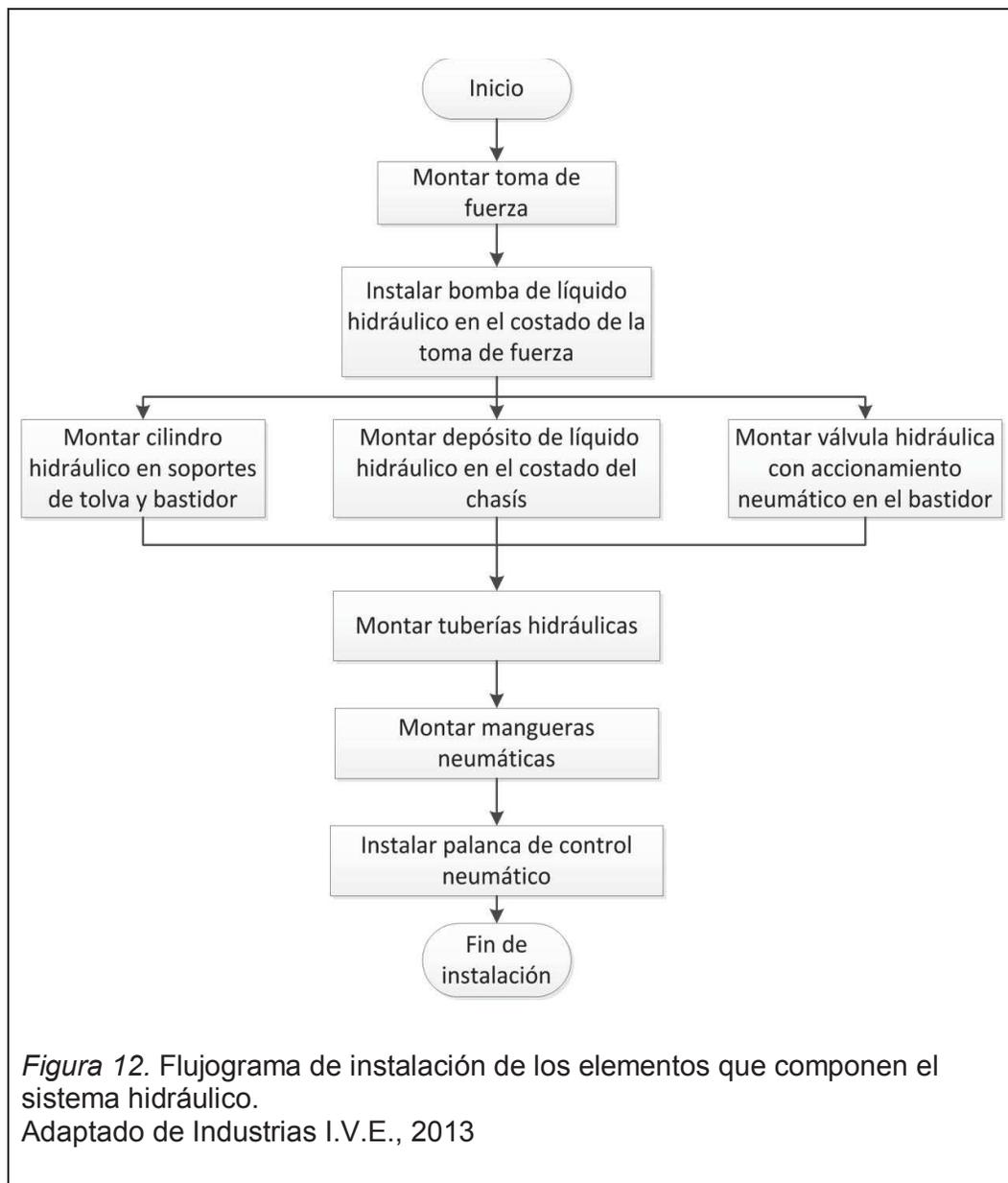


Figura 12. Flujograma de instalación de los elementos que componen el sistema hidráulico.

Adaptado de Industrias I.V.E., 2013

La instalación comienza con el montaje de la toma de fuerza que se acopla y sujeta a la caja de transmisión del camión. Una vez instalada la toma de fuerza, se procede a instalar la bomba hidráulica a un costado de la carcasa de la toma de fuerza. Simultáneamente a la instalación de estas dos partes, se monta el depósito del líquido hidráulico en un costado del chasis del camión, el cilindro en la tolva y en el soporte del bastidor del camión, y la válvula hidráulica con accionamiento neumático sobre una placa en el bastidor a un costado del cilindro. Una vez realizado el montaje, se procede a conectar las mangueras hidráulicas y neumáticas. Los mandos de control son instalados en la cabina y se llena el depósito con el líquido hidráulico.

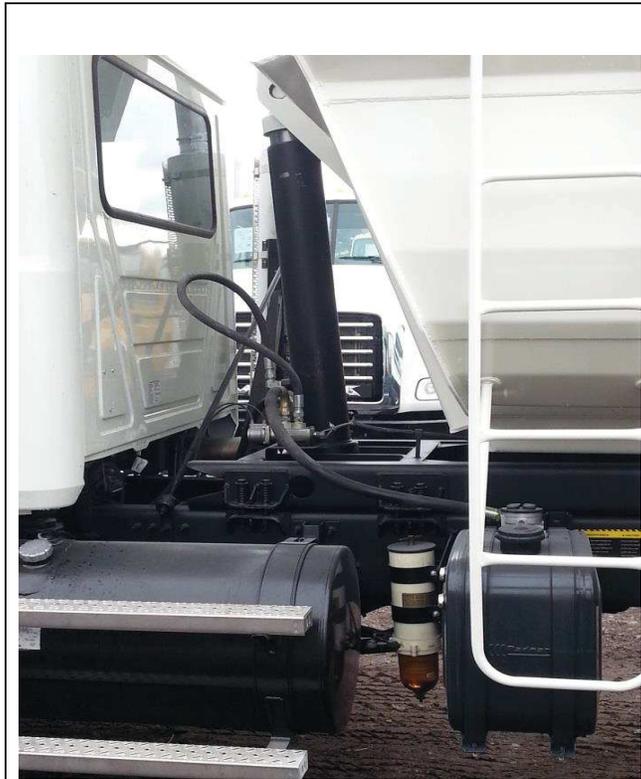


Figura 13. Toma de fuerza, bomba y válvula de control hidráulico

2.2. Negociación

Este proceso se inicia con la negociación de las partes interesadas, quienes se reúnen para analizar o establecer un contrato, para comprar o vender un producto o servicio y brindar asesoría técnica, basados en los costos organizacionales establecidos.

La negociación formaliza los elementos de entrada para la fabricación del producto o prestación del servicio. El elemento de entrada predominante para la realización del producto es la orden de producción, alineada al contrato.

La finalidad de la negociación es obtener la satisfacción de los clientes y partes interesadas, así como una relación “ganar-ganar” entre la organización y los proveedores.

Para la negociación de las tolvas, la organización presenta a sus clientes una cotización con los distintos accesorios o funciones extras disponibles. Dependiendo de la cantidad de tolvas requeridas, se establecerán los costos, precios, las formas de pago y los plazos pertinentes. Una vez aclarados todos los detalles se aprueba la cotización, se procede a la elaboración de los documentos pertinentes y a la firma del contrato, en base al cual, la empresa emite la orden de producción correspondiente y pone en marcha el proceso de fabricación. Luego se verifica el stock y, de ser necesario, la empresa solicita el material requiere a sus proveedores. En la tabla 2 se detallan algunos de los proveedores más importantes de Industrias I.V.E.

Tabla 2. Principales proveedores

PROVEEDOR	PRODUCTO
Dipac	Acero
Acero Comercial	Acero, equipos varios
Expocolor	Pintura, desoxidante
Neumac	Equipos neumáticos, mangueras
Tecnillanta	Llantas, aros
Universal de mangueras	Mangueras hidráulicas

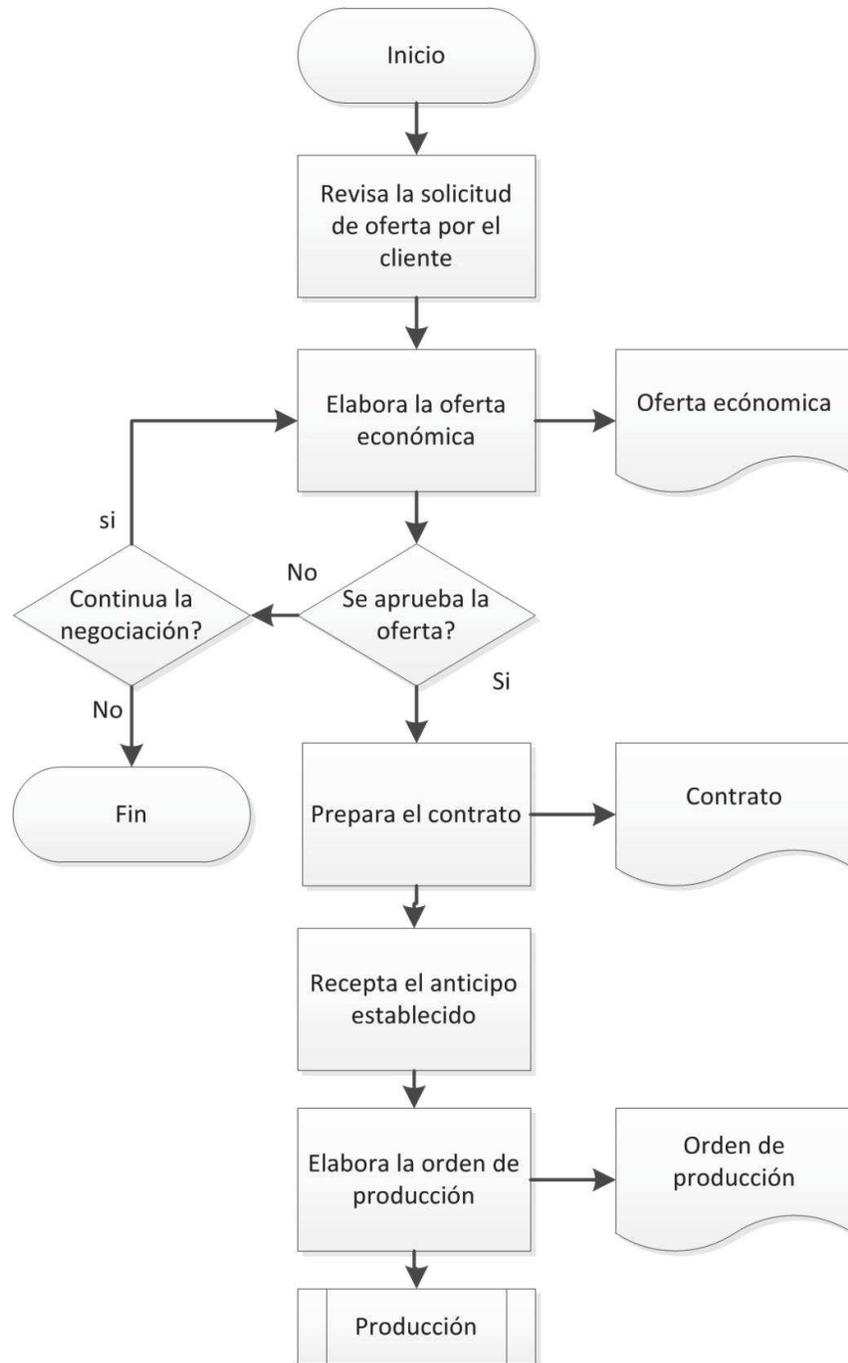


Figura 14. Flujograma del proceso de negociación.
Adaptado de Industrias I.V.E., 2013

2.3. Proceso productivo

Una tolva de volteo contiene un sinnúmero de partes, las cuales deben ser preparadas para su posterior ensamblaje. Todas estas partes pasan a través de varios procesos de transformación y manufactura previos a integrarse al conjunto denominado tolva. En general todas las piezas pasan por una o más de las siguientes operaciones: corte, desbaste, plegado y soldado. Además de esto algunos elementos deben ser torneados o taladrados.

Algunas operaciones de fabricación se realizan de forma paralela, es decir, mientras se tornean los ejes para los pines, se están cortando y soldando el resto de elementos que conforman la tolva, el bastidor o el conjunto mecánico de elevación (araña).

La cantidad mínima de producción establecida de la tolva es de 10 unidades por orden. La razón por la cual no se emiten órdenes de producción para cantidades menores o por unidades, se debe a que los tiempos tanto de preparación y calibración de las máquinas, influyen y afectan la eficiencia de la producción. Estos tiempos a su vez inciden en los costos de fabricación, por lo que se busca constantemente minimizar los tiempos perdidos por unidad producida. Otra razón por la cual no se fabrican lotes menores a diez unidades es porque los planos de corte de las piezas se encuentran ya optimizados al tamaño de las planchas proporcionadas por los proveedores.

A continuación se presenta el flujograma de procesos para la fabricación de la tolva de volteo.



Figura 15. Flujograma de procesos para la fabricación de la tolva de volteo
Adaptado de Industrias I.V.E., 2013

2.3.1. Descripción del proceso de fabricación

El proceso de fabricación comienza con la recepción de la materia prima la cual se almacena en la bodega y posteriormente es asignada al área respectiva de trabajo para su transformación. En caso de no existir stock suficiente, Industrias I.V.E. solicita los insumos requeridos a los proveedores.

En base a la orden de producción, el responsable de bodega entrega a cada operario la materia prima o los insumos necesarios para la fabricación de las piezas y partes que posteriormente conformarán el equipo de la tolva.

La materia prima principal para la fabricación de cualquier modelo o tipo de tolva es el acero y su espesor varía dependiendo de la resistencia requerida para cada pieza o parte, según los diseños establecidos. Dentro de la gama de aceros más utilizados para la fabricación de tolvas, se hallan el A36, A50 y los aceros de alta resistencia denominados Hardox.

Para la fabricación de las tolvas de 8 m³, Industrias I.V.E. utiliza principalmente planchas de acero y perfiles de acero. En el caso de las planchas de acero, la empresa trata de adquirir del proveedor las de mayores dimensiones, ya que de esta manera se optimiza el material y evitan pasos innecesarios (soldaduras, movimientos, otros).

Industrias I.V.E. adquiere o compra sus planchas de acuerdo a las órdenes de producción emitidas. La relación “ganar-ganar” que tiene con sus proveedores le ha permitido establecer un JIT “justo a tiempo”, ya que no compra por volumen sino sólo lo que requiere. Esto le permite a la organización minimizar los costos de inventario, optimizar espacios que serían utilizados con materia prima y por supuesto confiar en que el proveedor facilitará oportunamente los insumos requeridos por I.V.E.

Además de la materia prima mencionada, se requiere material de metalmecánica como perfiles, ejes, ángulos, platinas, tornillos, tuercas, pernos, el equipo hidráulico correspondiente, pintura especial resistente al desgaste y demás accesorios.

El proceso de fabricación propiamente dicho, comprende los siguientes pasos:

a) Corte

El proceso de corte es el primer paso en la fabricación de los componentes de la tolva de 8 m³. Las planchas que se utilizan miden 2.44 m x 1.22 m, con espesores que varían desde los 3 mm hasta 10 mm.

El corte es realizado mediante una máquina CNC por plasma, que utiliza simultáneamente aire a presión y electricidad al efectuar el corte. Se requieren dos operarios para realizar este trabajo. El proceso de corte incluye la colocación y alineación de la plancha en la mesa de la máquina, luego se realiza la identificación y marcaje de las piezas y se retira el material residual llevándolo al depósito de chatarra. Las piezas cortadas son agrupadas y almacenadas para su posterior procesamiento.

b) Desbaste

Una vez realizado el corte por plasma u oxicorte, las piezas son desbastadas perimetralmente, para posteriormente pasar al proceso de plegado. Este proceso lo realiza un solo operario con una amoladora. Cuando se realiza el desbaste de piezas grandes, el operario utiliza la ayuda del puente grúa para la manipulación de las mismas.

c) Plegado

Ciertos grupos de piezas desbastadas pasan posteriormente al proceso de plegado. Los pliegues son realizados por una plegadora marca "Durma" CNC de 6 m de longitud. Este proceso requiere de tres operarios y un puente grúa. Dos de ellos están encargados de posicionar y mover las planchas correctamente y el otro operario de accionar los controles de la máquina. El

puente grúa es utilizado para levantar la plancha a la altura de la cuchilla y manipularla durante el proceso para colocarla en el lugar del almacenamiento.

Para poder dar inicio al proceso de plegado, los operarios tienen que configurar la máquina, lo que conlleva: ingresar las medidas de la pieza en la computadora, colocar el dado para obtener el ángulo correcto y por último, verificar si es necesario el cambio de la cuchilla de plegado. Para poder ejecutar el plegado, es indispensable que las piezas hayan pasado por el proceso de desbaste, ya que de no ser así, la cuchilla se puede dañar durante el plegado.

d) Jigs, torneado y taladrado

Dentro de esta área se realizan los procesos de torneado, taladrado y armado de subconjuntos en los jigs (mesa matriz de armado).

El torneado y taladrado son procesos que se ejecutan de manera simultánea con respecto al resto.

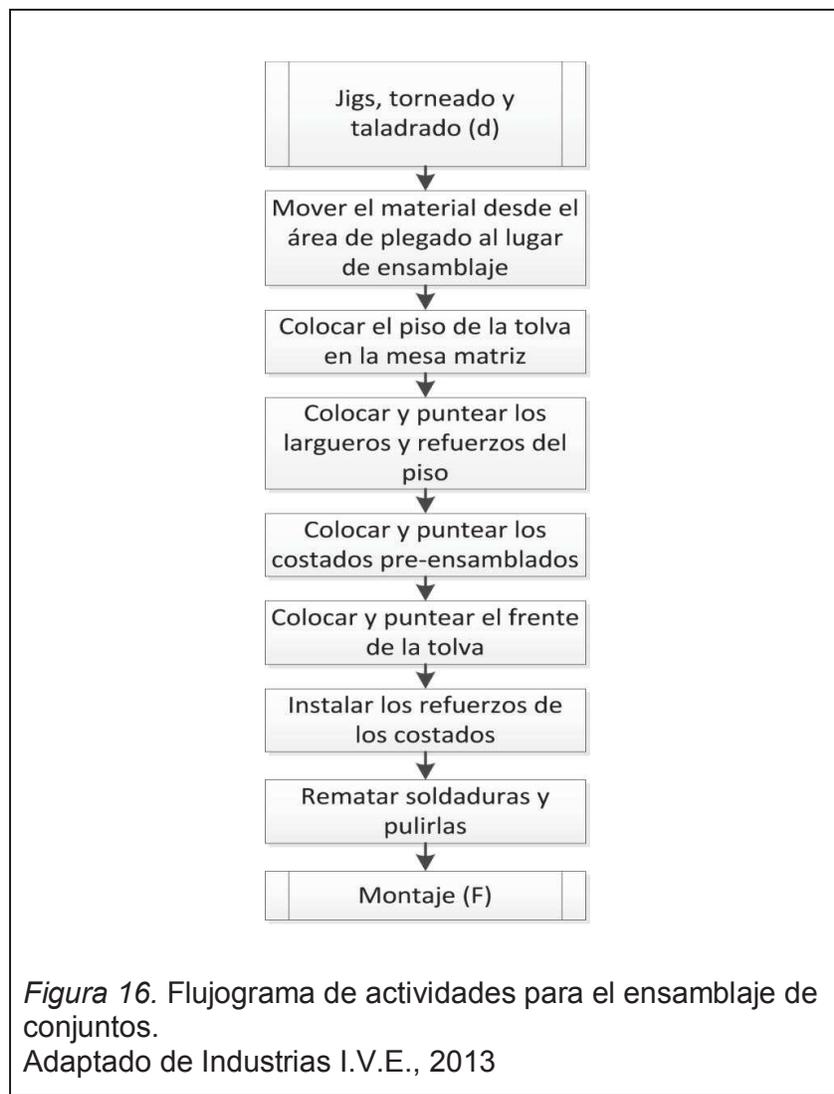
Para el torneado se cuenta con tres tornos y cuatro operarios. Tres de ellos se encuentran en los tornos y el cuarto está encargado del taladro. En el torno se maquinan los ejes y pines tanto para la tolva, el bastidor y el conjunto mecánico de elevación (araña). El material utilizado en los ejes se denomina “acero de transmisión”.

Para el taladrado, se perforan con un taladro los huecos de los ejes, platinas, bisagras, otros. Por lo general las piezas que se taladran son de espesores que oscilan entre los 10 mm y 20 mm, con márgenes de tolerancia pequeños. Al requerirse agujeros de precisión, éstos no pueden ser realizados mediante la máquina de corte por plasma o por medio de un pantógrafo con oxicorte, ya que los agujeros a primera vista salen de manera correcta y al comprobar con los instrumentos de medición éstos poseen una forma ligeramente ovalada. De ahí la importancia de los taladros de pedestal.

e) Ensamblaje de conjuntos

Una vez que todas las piezas han sido plegadas, y algunas de ellas pre-ensambladas, como por ejemplo, la compuerta y los costados de la tolva, éstas son trasladadas al área de ensamblaje con los puentes grúa. En el área de ensamblaje se cuenta en total con ocho soldadores y se forman dos grupos de cuatro trabajadores. Mientras el primer grupo está dedicado al armado de la tolva, el segundo grupo se encarga de ensamblar y soldar una tolva a la vez. El ensamblaje de cada tolva de 8 m³ toma 4 horas.

Las actividades a seguir para el ensamblaje de una tolva son:



El ensamblaje de las tolvas y los bastidores se realiza de manera alternada, es decir, cuando se están ensamblando bastidores, no se ensamblan tolvas. Para ensamblar un bastidor se requiere de dos soldadores, ya que al contar con ocho soldadores, el máximo de bastidores que se pueden ensamblar de manera simultánea son cuatro. Cada bastidor se demora alrededor de una hora en ser armado, tomando en cuenta que siempre se procura ensamblar la totalidad de bastidores de cada orden de producción, ya que de este modo, el tiempo requerido y la cantidad de trabajo son considerablemente menores.

f) Montaje

Finalizado el ensamblaje de las tolvas y bastidores, se comienza con el proceso de montaje. Para este proceso se debe colocar primero el bastidor en el chasis del camión y posteriormente la tolva encima del mismo bastidor. Dentro de esta área se cuenta en total con ocho soldadores, divididos a su vez en dos grupos de cuatro trabajadores. Cada grupo se encarga de realizar el montaje de un camión, de manera que con los dos grupos se arma de manera simultánea dos camiones. El tiempo estimado de montaje del bastidor y de la tolva de 8 m³ modelo estándar es de ocho horas. A continuación se describen las actividades que se ejecutan durante este proceso:

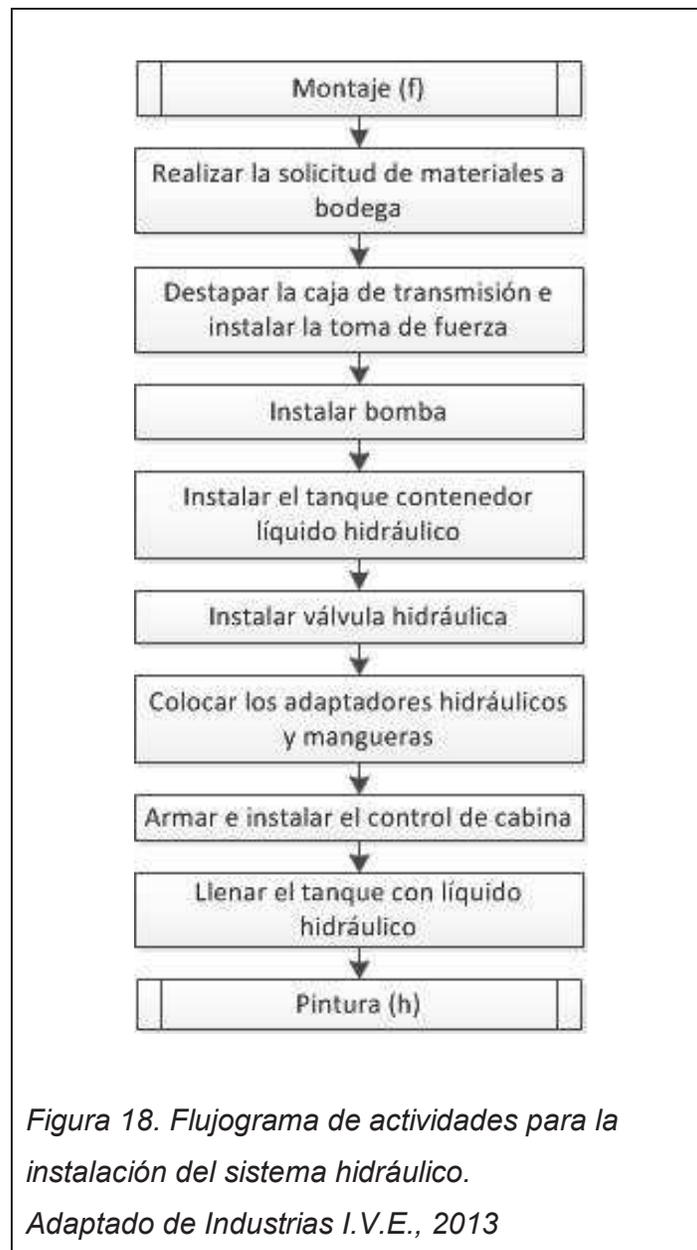


Figura 17. Flujograma de actividades para el montaje de la tolva en el chasis del camión.

Adaptado de Industrias I.V.E., 2013

g) Instalación sistema hidráulico

Una vez finalizado el montaje de la tolva, se procede a instalar el equipo hidráulico en el camión. Se cuenta con cinco trabajadores especializados para el montaje de los equipos. El tiempo de instalación requerido por camión es aproximadamente de tres horas. Las actividades que comprenden la instalación del equipo hidráulico son:



h) Pintura

Terminado el montaje de la tolva en el chasis del camión, se lleva el conjunto armado al área de pintura. Una característica importante es que esta área tiene la capacidad de pintar tres tolvas de manera simultánea. Se poseen dos pintores, cada uno encargado de pintar una tolva. La duración aproximada del proceso por tolva es de ocho horas.

Durante el proceso de preparación de la tolva para la pintura se deben realizar las siguientes actividades:

- Colocar los plásticos protectores para la cabina y el cilindro.
- Limpiar el óxido del metal y los restos de soldadura.
- Masillar las soldaduras y lijarlas.
- Limpiar el polvo restante.

La pintura utilizada en las tolvas es muy resistente a los golpes y rayones, lo cual permite que el metal no se oxide muy rápidamente. Se aplican en total cuatro capas, dos capas de fondo y dos de pintura.

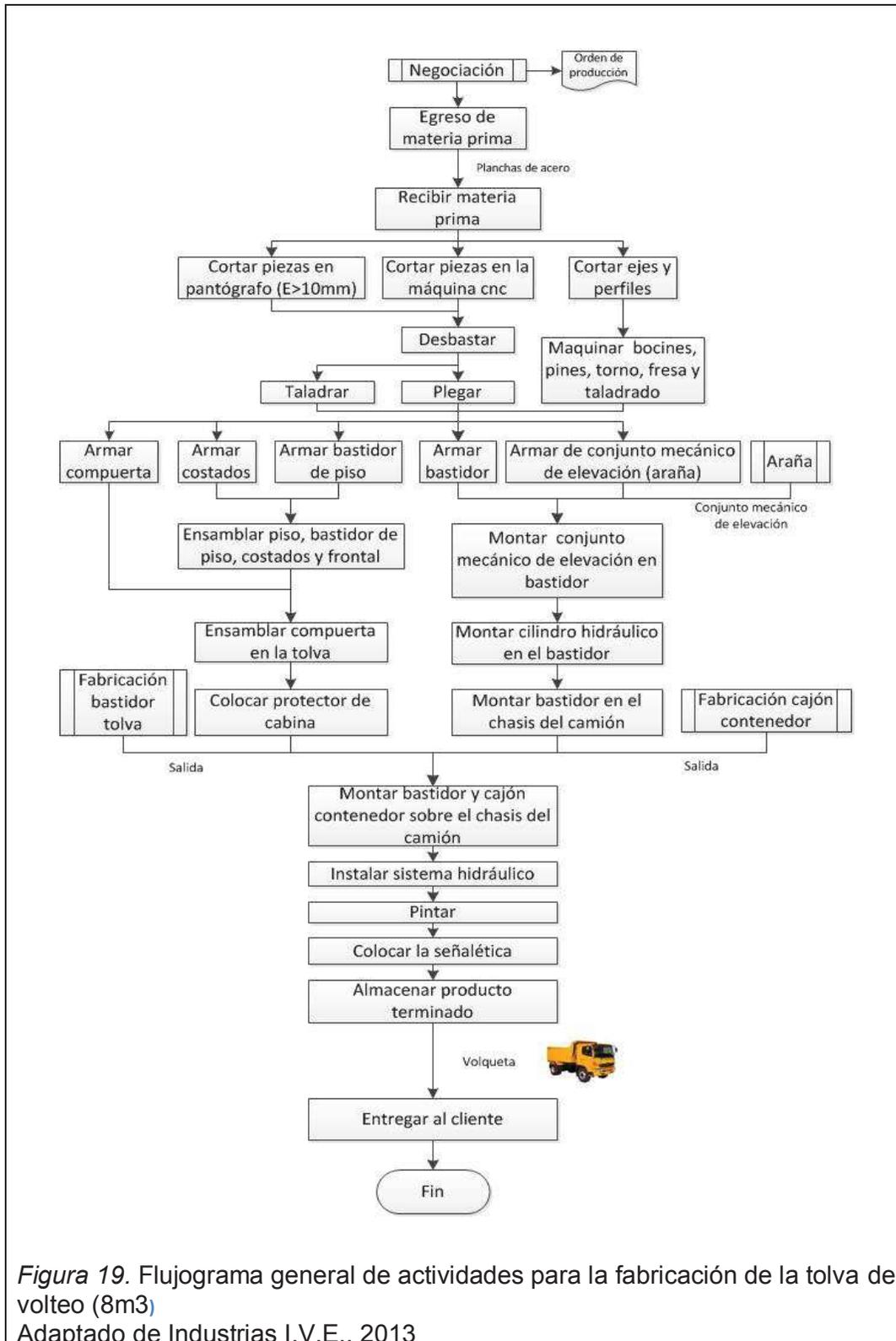
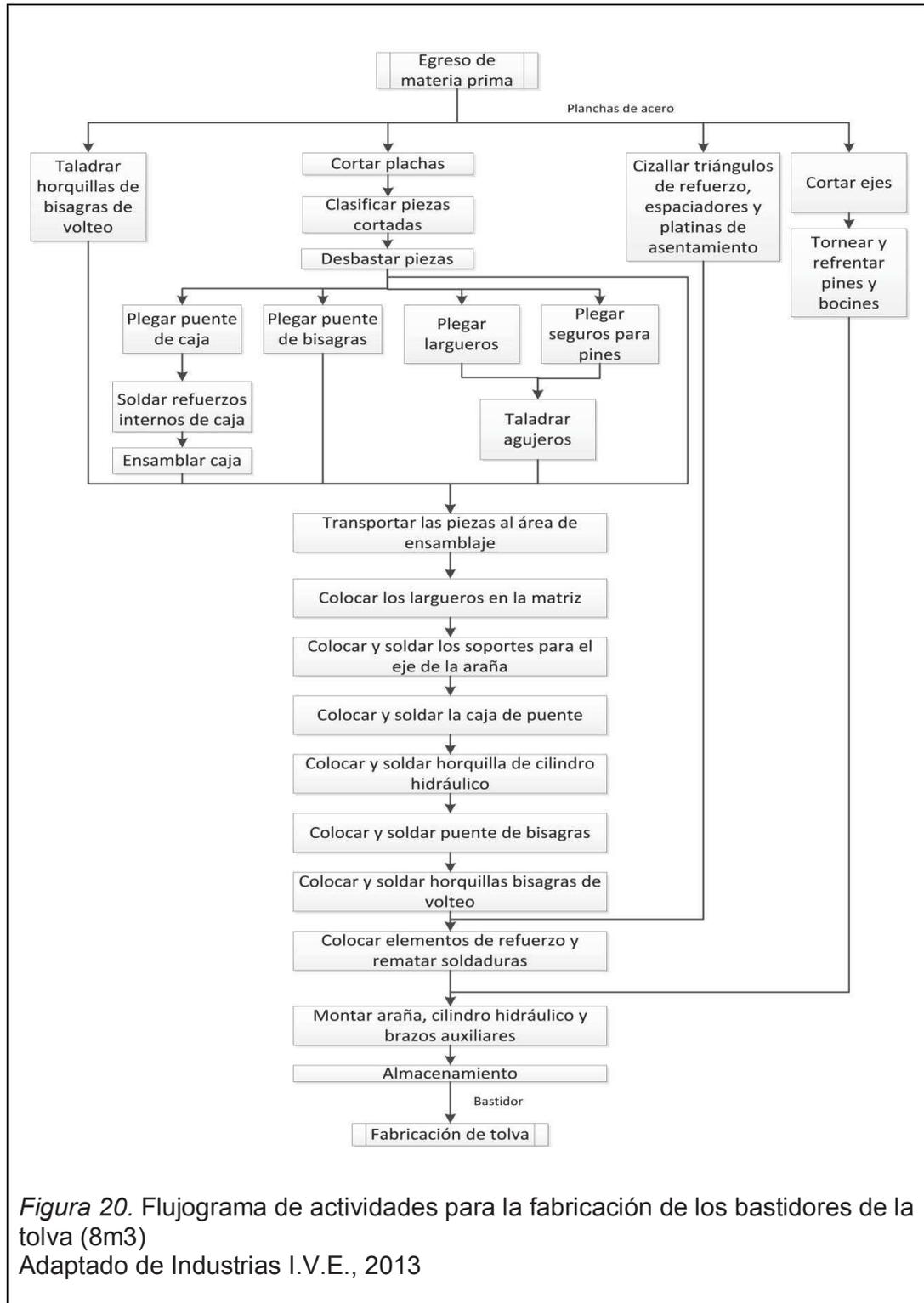
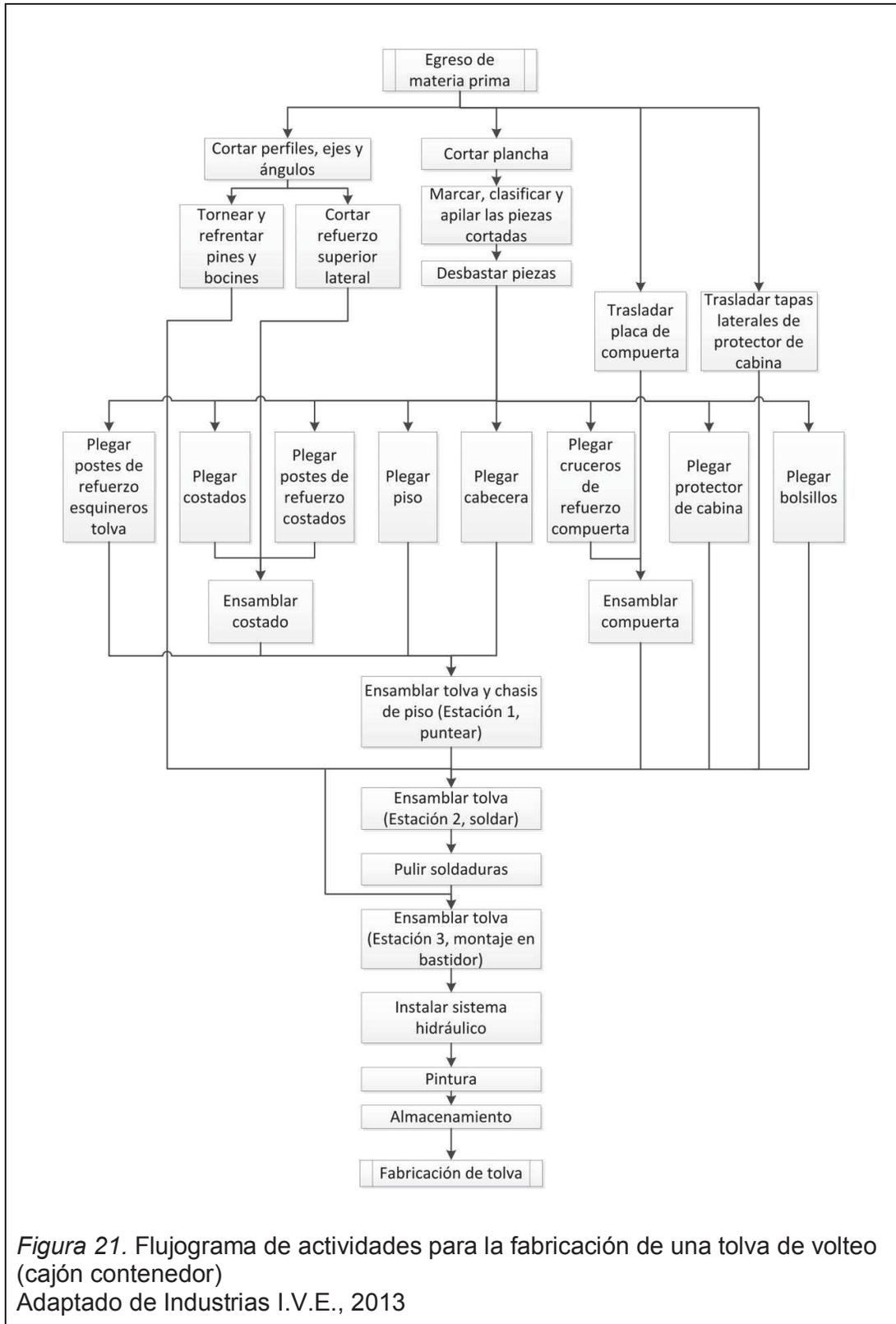


Figura 19. Flujograma general de actividades para la fabricación de la tolva de volteo (8m³)

Adaptado de Industrias I.V.E., 2013





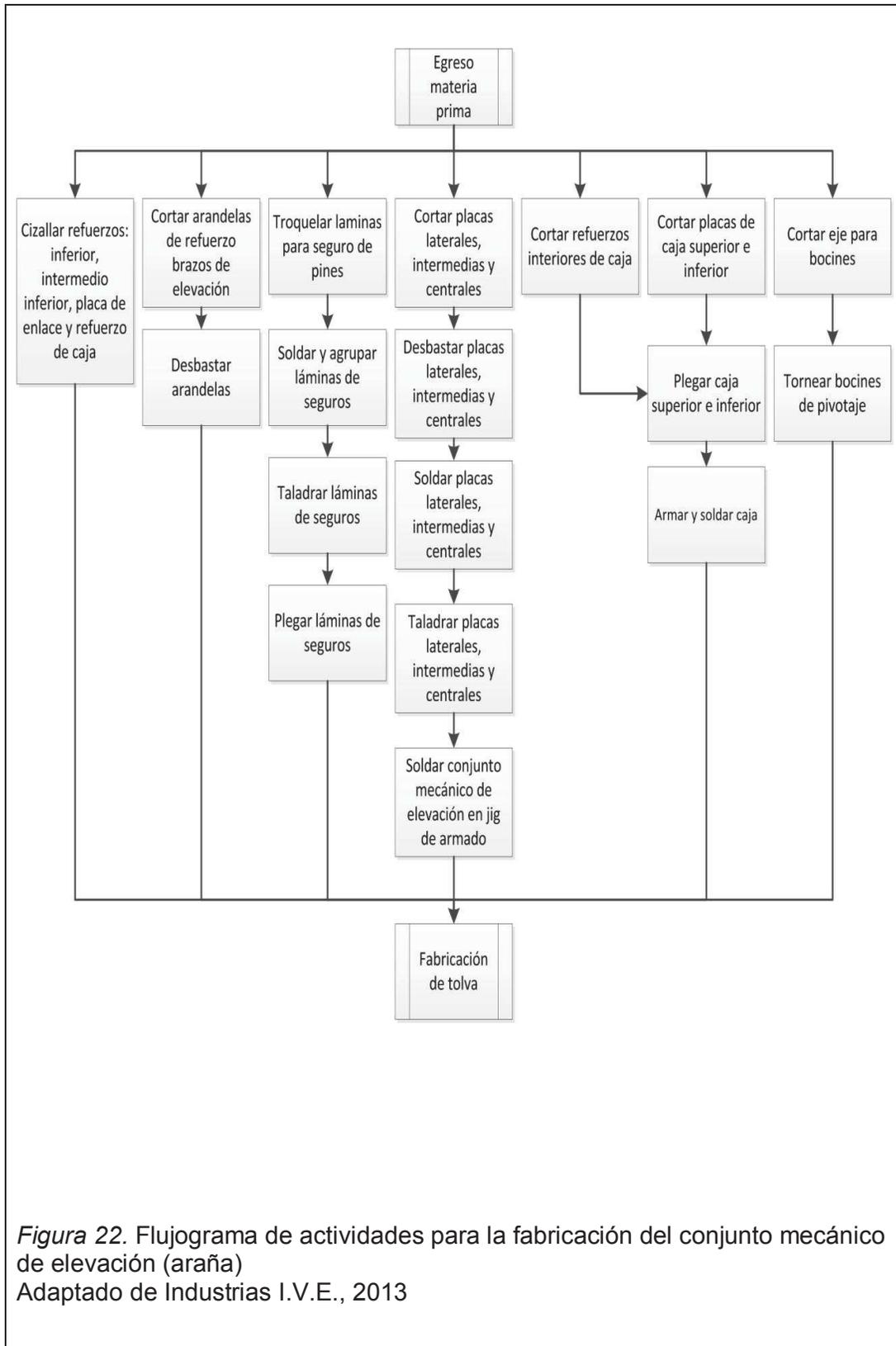


Figura 22. Flujograma de actividades para la fabricación del conjunto mecánico de elevación (araña)
Adaptado de Industrias I.V.E., 2013

2.4. Maquinaria

La maquinaria con la que cuenta Industrias I.V.E. es propia de una industria metalmecánica pesada. La mayoría de equipos que se adquirieron al montar la industria fueron importados y otras máquinas se compraron de segunda mano las cuales fueron refaccionadas para su uso. El motivo por el cual las máquinas adquiridas no eran nuevas, se debió a que en esa época recién se estaba montando la fábrica y no se contaba con el capital suficiente como para realizar una inversión mayor, sin embargo con el paso de los años, estos equipos han ido quedando obsoletos y han sido reemplazados por nuevos.

Para la fabricación de una tolva de volteo se requiere del uso de varias máquinas. A continuación se realizará la descripción de las mismas dentro de cada área de la fábrica.

2.4.1. Descripción de máquinas

Área de conformado mecánico con arranque de viruta:

Está constituida por tres tornos y cuatro taladrados de banco. Aquí se fabrican los pines de seguridad y los ejes para el volteo de la tolva.

- Torno Heinemann (A.):
 - Modelo: P275M
 - Procedencia: Alemania
 - Distancia de bancada: 1.07
 - Dimensión (2.90 m x 1,10 m)
 - Rev max: 300 rpm
 - Diámetro máximo de volteo: 7”

- Torno Zubal (B.):
 - Modelo: “c”
 - Dimensión (2.50 m x 0.6 m)
 - Rev max: 200 rpm

- Distancia de bancada: 1.50
- Diámetro máximo de volteo: 5"

- Torno de Frejoth (C.):
 - Dimensión (1.60 m x 0.5 m)
 - Distancia de bancada: 0.08 m
 - Diámetro máximo de volteo: 3"
 - Procedencia: Taiwán

- Taladro radial (D.):
 - Marca: Cincinatti Bickford
 - Modelo: 1R
 - Dimensión (2,60 m x 1 m x 2.10 m)
 - Columna: 8"
 - Brazo: 40"
 - Velocidad del husillo: 1500 rpm
 - Motor: 3hp
 - Diámetro máximo de broca: 2"

- Taladro radial (E.):
 - Marca: Cincinatti Bickford
 - Dimensión (3.30 m x 1.40 m x 3m)
 - Velocidades: 36
 - Velocidad del husillo: 1500 rpm
 - Motor: 15 hp / 220
 - Diámetro máximo de broca: 4"

- Taladro de banco Mongon (F.):
 - Modelo: MD30A
 - Tipo: Mesa
 - Dimensión (0.8 m x 0.9 m x 1.10m)
 - Motor: 2 hp

- Velocidades: 8
- Procedencia: Taiwanés

- Taladro Rixon (G.):
 - Tipo: Pedestal
 - Modelo: MD-25MMF
 - Dimensión (0.6 m x 0.3 m x 1.70m)
 - Potencia: 2hp
 - Procedencia: Taiwanés
 - Revolución máxima: 2200 rpm

- Tecele de carga (H.):
 - Cantidad: 2
 - Montaje: En perfil I
 - Capacidades: 1000 kg y 2000 kg
 - Elevación: Por medio de cadena
 - Luz horizontal: 23 m
 - Altura máxima: 2 m

Área de corte de ejes y perfiles con arranque de viruta:

Esta área cuenta principalmente con tres máquinas, dos sierras con bandas encargadas de cortar: perfiles, ejes, tubos, platinas, y por último una máquina troqueladora de donde se sacan arandelas, tapas, etc.

- Sierra de cinta Pehaka (I.):
 - Modelo: 278
 - Dimensión (1.50 m x 2.60 m)
 - Tipo: Cinta horizontal.
 - Accionamiento: Hidráulico
 - Avances: Automáticos
 - Procedencia: Italia

- Sierra de cinta Pehaka (J.):
 - Dimensión (1.70 m x 1.30 m)
 - Tipo: Cinta horizontal
 - Accionamiento: Hidráulico
 - Avances: Automáticos
 - Procedencia: Italia

- Troqueladora (K.):
 - Marca: Geka
 - Dimensión (2.20 m x 0.9 m x 2 m)
 - Capacidad: 110 Ton
 - Voltaje: 220

- Puente grúa (L.):
 - Tipo: Pórtico
 - Capacidad: 10 Ton
 - Luz: 15 m
 - Desplazamiento horizontal: 25 m

Área de conformado mecánico sin arranque de viruta:

Dentro de esta área se realizan las actividades de plegado, doblado y cizallado de las distintas partes. Para el desarrollo de las mismas, se cuenta con tres puentes grúa de distinta capacidad, los cuales se desplazan a lo largo de esta área facilitando la manipulación y movimiento de las partes.

- Plegadora Durma (M.):
 - Tipo: Hidráulica
 - Dimensión (3.13 m x 6.50 m x 4 m)
 - Longitud máxima de plegado: 6 m
 - Presión máxima: 285 kg/cm²
 - Fuerza de plegado: 400 Ton
 - Potencia motor: 30 kw
 - Espesor de plegado máximo: 20 mm

- Plegadora Cem (N.):
 - Modelo: Petercem
 - Dimensión (2.70 m x 4.10 m x 4 m)
 - Longitud máxima de plegado: 4 m
 - Fuerza de plegado: 400 Ton
 - Tipo: Hidráulica
 - Procedencia: Francia

- Plegadora (O.):
 - Modelo: 150T
 - Tipo: Hidráulica
 - Dimensiones (1.40 m x 2.80 m x 2.90 m)
 - Longitud máxima de plegado: 2.70
 - Fuerza de plegado: 100 Ton

- Plegadora (P.):
 - Tipo: Mecánica
 - Accionamiento: Manual
 - Dimensión (3 m x 1 m x 1.60 m)
 - Longitud máxima de plegado: 0.09 m

- Cizalladora Niagara (Q.):
 - Motor: 15 hp
 - Dimensión (3.70m x 2.10 m x 2.70 m)
 - Espesor máximo de cizallamiento: 9 mm

- Puentes grúa (R.):
 - Cantidad: 2
 - Capacidad: 3 Ton
 - Luz: 11 m
 - Tipo de control: Botonera con cable

- Puente grúa (R.):
 - Capacidad: 4 Ton
 - Luz: 11
 - Tipo de control: Botonera con cable

Área de corte por plasma y oxicorte:

Dentro del área de corte se encuentran dos máquinas CNC y un pantógrafo. Una de las máquinas de corte CNC corta por medio de plasma, mientras que otra lo realiza por medio de oxicorte. El corte por plasma es la mezcla de aire a presión y electricidad, mientras que el oxicorte utiliza el oxígeno y acetileno para efectuarlo. Al usar el plasma, el corte es más limpio y exacto, dejando muy poca rebaba en la pieza.

El pantógrafo es una máquina de corte considerablemente más pequeña, la cual nos permite replicar la figura impresa de un plano en la plancha. Para efectuar el corte, se requiere de oxígeno y acetileno. Esta máquina es utilizada para efectuar cortes de piezas pequeñas con espesores mayores a los 10 mm, ya que el tamaño de la mesa es más pequeño y el tiempo de corte es mayor.

- Cortadora Hiperter CNC por plasma y oxicorte (S.):
 - Dimensión (15 m x 5 m)
 - Antorchas: 1 de plasma y 3 de oxicorte

Tabla 3. Velocidad de corte CNC Hiperter según el espesor del material

Espesor (mm)	Velocidad (mm/min)
3	4500
4	4500
6	4000
8	3000

- Cortadora Touchmate CNC oxicorte (T.):
 - Dimensión (13 m x 3 m)

- Velocidad de corte: 2200 mm/min
- Antorchas: 1 de oxicorte

- Pantógrafo White Martins (U.):
 - Modelo: MCPE1500S
 - Dimensión (5 m x 4 m)
 - Antorchas: 2 de oxicorte

Tabla 4. Velocidad de corte pantógrafo White Martins según el espesor del material

Espesor (mm)	Velocidad (mm/min)
10	650
15	600
20	550
25	500

Área de ensamblaje de estructuras:

Esta área está destinada para la ejecución de múltiples tareas. Cuando la línea de producción de tolvas se encuentra al límite y no da abasto, se destina parte de esta área para seguir produciendo. Normalmente este espacio está destinado para el montaje de grandes estructuras, las cuales poseen una altura que sobrepasa los siete metros.

Los equipos dentro del área son:

- Roladora Sertom (V.):
 - Dimensión (7 m x 2 m x 2.50 m)
 - Número de rodillos: 3
 - Longitud de rodillos: 3 m
 - Motor: 20 hp

- Puentes grúa (W.):
 - Cantidad:2
 - Capacidad: 10 Ton
 - Luz: 16 m

- Puente grúa (X.):
 - Capacidad: 5 Ton
 - Luz: 16

- Puente grúa (Y.):
 - Capacidad: 12 Ton
 - Luz: 16 m

Área de ensamblaje y montaje:

La zona de ensamblaje y montaje está completamente dedicada a armar y ensamblar las distintas tolvas, para posteriormente ser montadas en el chasis del camión.

- Equipos de soldar (Z.):
 - Tipo: Mig
 - Cantidad: 30
 - Gas: CO2
 - Material de aporte: carrete alambre continuo

- Puentes grúa (AB.):
 - Cantidad: 2
 - Capacidad: 3 Ton
 - Luz: 9 m

- Puente grúa (AC.):
 - Capacidad: 5 Ton
 - Luz: 9 m

			
<i>A. Torno Heinemann</i>	<i>B. Torno Zubal</i>	<i>C. Torno Frejoth</i>	<i>D. Taladaro radial</i>
			
<i>E. Taladro radial</i>	<i>F. Taladro Mongon</i>	<i>G. Taladro Rexon</i>	<i>H. Tecla de carga</i>
			
<i>I. Sierra Pehaka</i>	<i>J. Sierra Pehaka</i>	<i>K. Troqueladora Geka</i>	<i>L. Puente grúa pórtico</i>
			
<i>M. Plegadora Durma</i>	<i>N. Plegadora Cem</i>	<i>O. Plegadora 150T</i>	<i>P. Plegadora mecánica</i>
			
<i>Q. Niagara</i>	<i>R. Puente grúa</i>	<i>S. Cnc Hyperter</i>	<i>T. Cnc Touchmate</i>

Figura 23. Imágenes de las máquinas actuales de la planta de I.V.E.

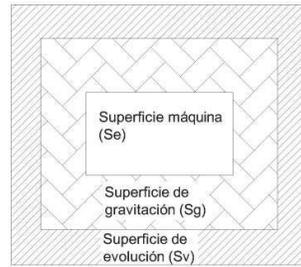


2.4.2. Superficies teóricas requeridas

De acuerdo a las fórmulas teóricas expuestas en el punto 1.4.3. del capítulo 1 del presente trabajo, se han realizado los cálculos de las respectivas superficies físicas de las máquinas, así como las de gravitación alrededor de la máquina y de evolución necesarias para la operación, el trabajo y la manipulación del material.

En la tabla a continuación se presentan los cálculos mencionados. Cabe indicar que se trata de superficies mínimas referenciales para la distribución de los espacios. Para la configuración de los espacios reales idóneos de cada máquina, se tomará en cuenta las superficies mínimas referenciales lo cual se explicará en el capítulo 4, punto 4.1.1.

Tabla 5. Cálculo de las superficies teóricas requeridas para las máquinas



Máquina	Se	Sg	Sv	ST(m2)	Cantidad
Torno Heinemann	3.19	6.38	1.44	11.01	1
Torno Zubal	1.50	3.00	0.68	5.18	1
Torno Frejoth	0.80	1.60	0.36	2.76	1
Taladro radial 1R pequeño	2.60	7.80	1.56	11.96	1
Taladro radial grande	4.62	13.86	2.77	21.25	1
Taladro de banco Mongon	0.72	1.44	0.32	2.48	2
Taladro Rexon	0.18	0.54	0.11	0.83	1
Taladro de banco Fuji	0.72	2.16	0.43	3.31	1
Sierra de cinta Pehaka 600 mm	2.08	4.16	0.94	7.18	1
Sierra de cinta Pehaka 300 mm	2.89	5.78	1.30	9.97	1
Troqueladora Geka	1.98	5.94	1.19	9.11	1
Plegadora Durma	20.35	61.04	12.21	93.59	1
Plegadora Petercem	11.07	33.21	6.64	50.92	1
Plegadora 150t	3.92	7.84	1.76	13.52	1
Plegadora manual	3.00	9.00	1.80	13.80	1
Cizalladora Niagara	7.77	15.54	3.50	26.81	1
Auto cut 2000 thermal Dynamics Hyperter	4.00	4.00	1.20	9.20	1
Cnc Hyperter	75.00	75.00	22.50	172.50	1
Cnc Touchmate	39.00	78.00	17.55	134.55	1
Pantógrafo White Martins	20.00	40.00	9.00	69.00	1
Roladora Sertom	14.00	28.00	6.30	48.30	1
Equipos de soldar	4.00	8.00	1.80	13.80	40
Compresor de tornillo SRP 3030	4	16.00	3.00	23.00	1

2.5. Análisis de la capacidad instalada

De acuerdo a los datos proporcionados por Industrias I.V.E., la planta actual produce una tolva diaria. La capacidad máxima actual de la planta es de 312 unidades al año, trabajando jornadas ordinarias de 8 horas, 6 días por semana. No existe la posibilidad de turnos adicionales por el ruido que produce la planta en la zona residencial donde se encuentra. Del total de empleados se calcula que alrededor de 30 personas se encuentran directa y exclusivamente dedicadas a la producción de las tolvas, el resto de los trabajadores conforman el personal administrativo y de apoyo.

De acuerdo al estudio de tiempos realizado, anexo 1, se ha obtenido los siguientes datos.

Tabla 6. Tiempo (horas) requeridas para la fabricación de cada subconjunto

TIEMPOS	TOLVA	BASTIDOR	CONJUNTO MECÁNICO DE ELEVACIÓN	TOTAL
Tiempo estándar de producción (horas)	63.2	22.7	11.2	97.0
Porcentaje	65%	23%	12%	100%

Para la fabricación de una unidad del componente tolva se requieren de 63.2 horas, para la del bastidor se requieren 22.7 horas y para la del conjunto mecánico de elevación 11.2 horas.

Por lo tanto, el tiempo estándar de la producción de la volqueta es de 97 horas.

Las razones por las cuales no se puede producir mayor cantidad de tolvas por día son: la falta de espacio físico dentro de cada área de la planta; la falta de organización de los equipos, herramientas y partes dentro del área de producción; el espacio insuficiente para el almacenamiento del producto semielaborado; los tiempos requeridos para la movilización de los componentes de la volqueta y, la falta de capacidad de la línea de armado y ensamblaje de producir más de una tolva a la vez.

Industrias I.V.E. es una de las diez fábricas del país dedicada a la producción de tolvas de volteo. Produce anualmente un promedio de 270 tolvas, que corresponde alrededor de 22 tolvas mensuales. Para el presente año se proyecta llegar a producir hasta 312 unidades. En la producción de tolvas se utiliza en promedio 534 toneladas anuales de acero, de las cuales un 10% queda residualmente como desperdicio que posteriormente es vendido como chatarra. En cada tolva se utilizan 1800 kg de acero.

La cantidad de unidades producidas anualmente se muestra en el siguiente gráfico. El histórico de datos de producción comprende 5 años atrás. Se puede evidenciar en el gráfico que el crecimiento de la producción ha sido de un 3% a un 8% anual en los últimos 5 años. La gerencia ha proyectado que la demanda seguirá creciendo al mismo ritmo para los próximos años.

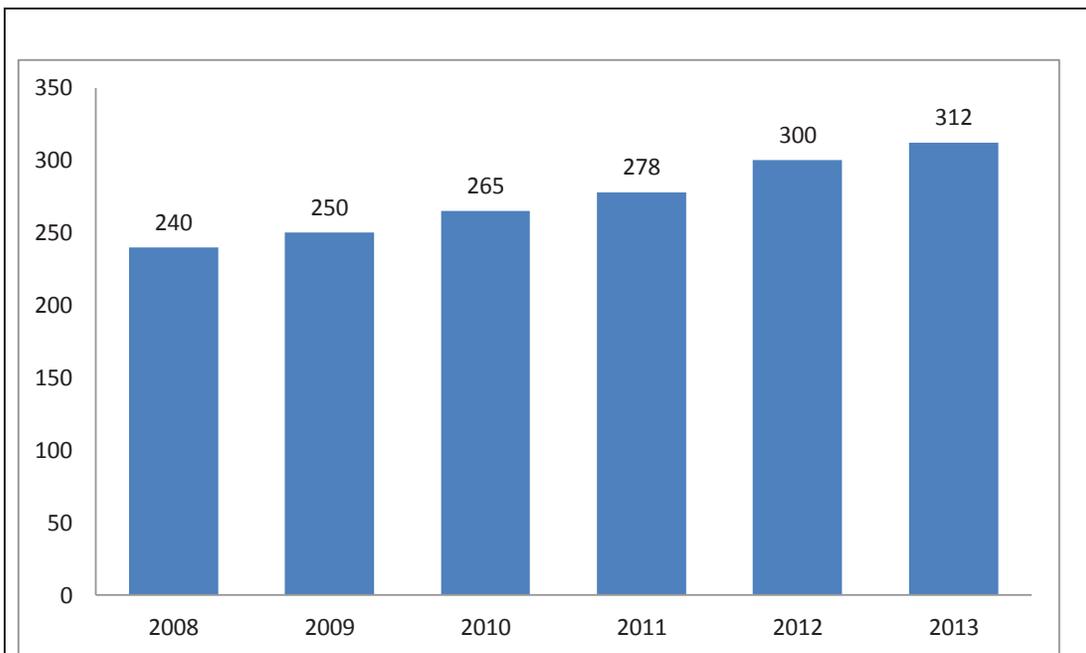


Figura 25. Cantidad de unidades anuales producidas.

Tomado de la Gerencia de Industrias I.V.E.

Industrias I.V.E. posee una cuota de mercado del 60%. El porcentaje restante está repartido en la competencia. Los datos mencionados han sido proporcionados por la administración de la empresa.

2.6. Layout de la planta actual

En el anexo 2 se muestra la planta de Industrias I.V.E. que actualmente se encuentra en funcionamiento. La planta posee un área total del terreno de 9466 m² y un área de construcción de 5000 m²; el área restante del terreno es utilizada para el almacenamiento de camiones, producto semielaborado, estacionamientos y producto terminado.

La planta cuenta con tres accesos vehiculares y un acceso peatonal; los dos primeros accesos vehiculares se encuentran en la vía principal y el tercer acceso sale a una vía secundaria en la parte posterior de la planta y es únicamente utilizado para el ingreso de las mulas (cabezal de los trailers) con sus remolques cargados de la materia prima.

Las planchas de acero son descargadas en el área de almacenamiento en la parte posterior de la planta. Para su ubicación se clasifica en planchas de alta y baja rotación. En muchas ocasiones las planchas de baja rotación son colocadas encima de los perfiles, debido a la falta suficiente de espacio de almacenamiento, generando un inconveniente a la hora de necesitar un perfil ya que se tienen que mover las planchas que se encuentran encima, ocasionando una pérdida de tiempo y daños en el producto.

En el layout de la planta se presentan todas las áreas de producción con sus respectivas máquinas, espacios de trabajo, mesas, puentes grúa, trenes de transferencia de material y camineras para el recorrido de los trabajadores a lo largo de la planta. Las áreas que conforman la planta son las siguientes:

- Jigs de armado
- Bodega general
- Comedor y camerinos

- Zona de conformado mecánico con arranque de viruta
- Zona de conformado mecánico sin arranque de viruta
- Zona de corte de ejes y perfiles con arranque de viruta
- Zona de ensamblaje de estructuras
- Zona de corte por plasma y oxicorte
- Zona de ensamblaje 1 (armado)
- Zona de ensamblaje 2
- Zona de montaje
- Zona de pintura
- Zona de almacenamiento del acero

Las piezas y subconjuntos se trasladan a las áreas de ensamblaje y montaje, generando como resultado el producto terminado. Para su movimiento se cuenta en total con 10 puentes grúa, 3 trenes de transferencia de carga entre áreas dentro de la planta y con un puente tipo pórtico en el área de almacenamiento del acero para el movimiento del mismo.

Todas las piezas terminadas son apiladas en el suelo alrededor de las máquinas y posteriormente trasladadas al área de ensamblaje y montaje con la ayuda de los puentes grúa. Esto puede ocasionar accidentes ya que el operador puede llegar a tropezarse y golpearse, al momento de la manipulación de la carga.

Las piezas más pequeñas, así como las diferentes herramientas y accesorios son almacenados en la bodega general, la cual posee un área de 515 m². En la bodega se encuentran también los: cilindros hidráulicos, pernos, tuercas, tanques, mangueras, otros; todas estas partes son apiladas en racks o estanterías de almacenamiento.

Para el funcionamiento de las máquinas y herramientas, la planta de Industrias I.V.E. cuenta con dos transformadores de 150 y 100 kva respectivamente. Actualmente la energía consumida por la planta se encuentra en el límite de capacidad de los transformadores debido a que la zona en la que se encuentra la planta ha pasado a ser residencial, por lo tanto el costo de instalación de una

nueva cámara de transformación es muy elevado y en ese sentido no se realizará ninguna inversión de mejora dado que la planta será trasladada a otro lugar en el futuro.

En la zona de conformado mecánico sin arranque de viruta o residuo mecánico se encuentran todas las máquinas de plegado y cizallamiento. Esta zona cuenta con un área de 480 m². Junto a ésta se encuentran las zonas de ensamblaje de estructuras y la de conformado mecánico con arranque de viruta. El área de ensamblaje de estructuras es de aproximadamente 740 m², aquí se fabrican otros productos independientes a la línea de volquetas como: plataformas de perforación, camas bajas, otros. Además esta zona sirve para ensamblar y montar volquetas cuando la organización requiere cumplir con altas demandas del mercado.

La zona de conformado mecánico con arranque de viruta cuenta con un área de 420 m², aquí se encuentran todos los tornos, taladros y jigs de armado. Dentro de esta área se maquinan todos los ejes, bocines y pines para las distintas partes de las tolvas.

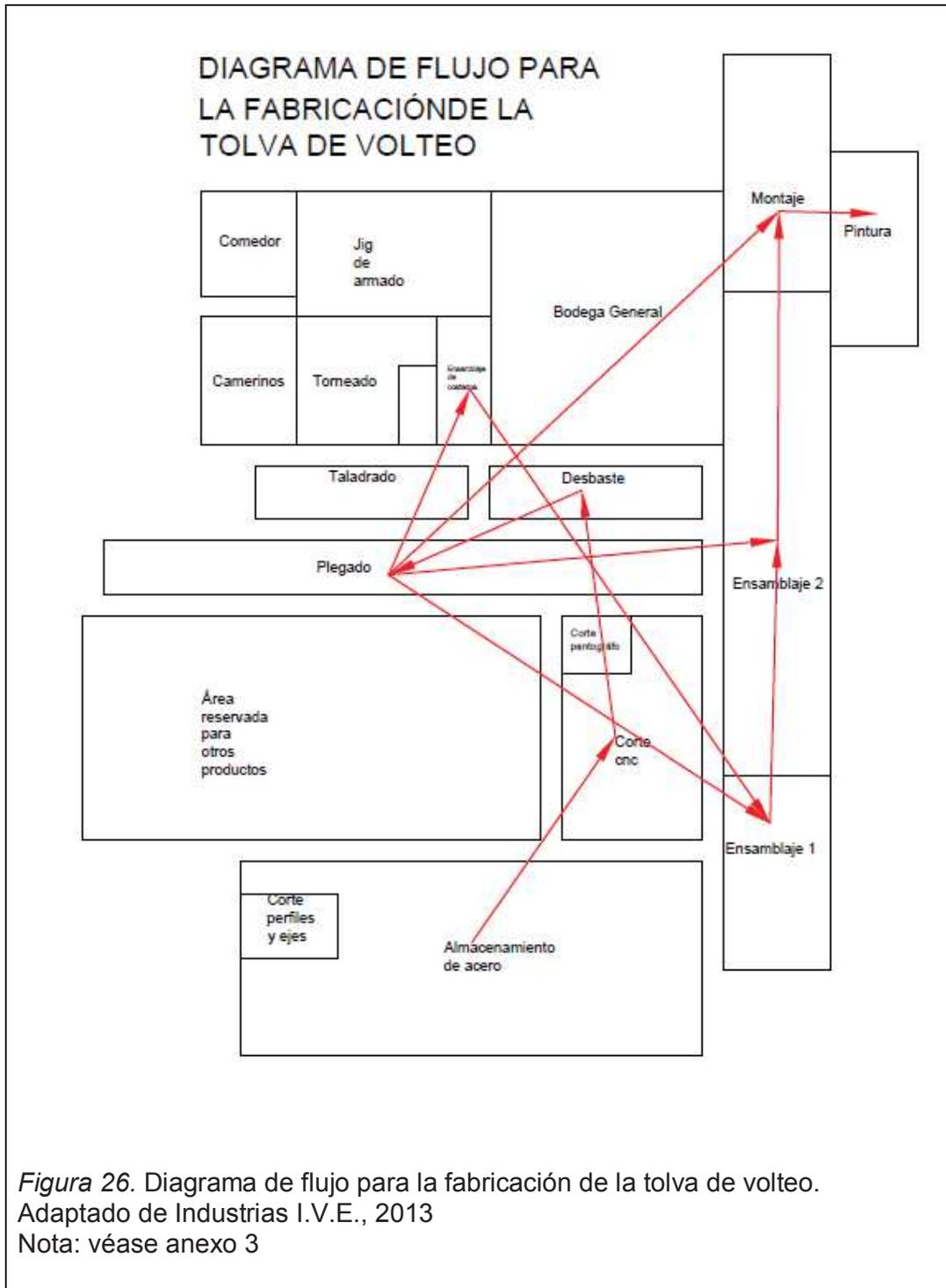
La zona de corte por plasma y oxicorte tiene un área de 230 m² y se encuentran las dos máquinas de corte CNC; una de ellas corta por medio de plasma y la otra por oxicorte.

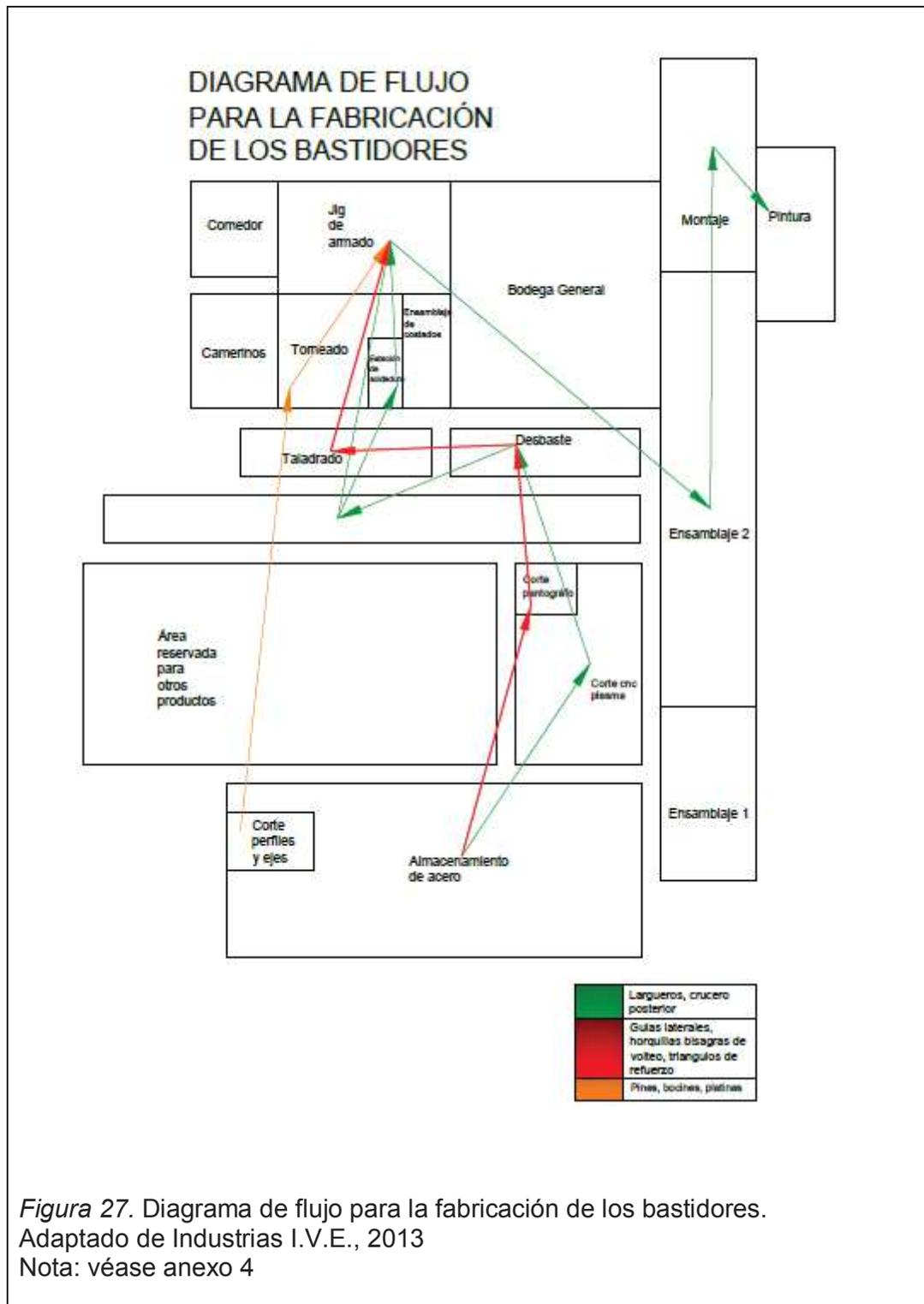
Las zonas de ensamblaje y montaje se encuentran de manera lineal una a lado de la otra; el producto va avanzando a lo largo de estas zonas, hasta salir hacia la zona de pintura. La zona de pintura cuenta con un área de 150 m²; posee un techo de cubierta y se pueden pintar de manera simultánea 3 tolvas.

2.6.1 Diagramas de flujo

En los diagramas de flujo que se muestran a continuación, se puede visualizar de manera general, el flujo de los procesos requeridos actualmente para la fabricación de una tolva.

En el diagrama de flujo de la tolva, del bastidor y del conjunto mecánico de elevación se muestran los movimientos y recorridos de los materiales y piezas entre las distintas áreas de trabajo para elaborar los subconjuntos. Como se puede constatar, los flujos carecen de orden debido a una inapropiada distribución de las áreas de trabajo y ubicación de máquinas; esto ocasiona una pérdida de tiempo para el traslado de materiales y aumento de recorridos de distancias innecesarias. La figura 21 muestra el sentido del flujo del proceso, se encuentra simbolizado mediante flechas, las cuales nos indican como las piezas se mueven a lo largo de las distintas áreas de la planta.





2.7. Situación de la seguridad industrial de Industrias I.V.E

Industrias I.V.E. cumple con todas las normativas vigentes de seguridad y salud ocupacional por parte de los empleados y personal administrativo. Recibe continuamente capacitación de SSO con el propósito de concientizar sobre los riesgos inherentes al trabajo:

Los principales riesgos a los que los trabajadores están expuestos son: físicos, químicos, mecánicos, eléctricos, biológicos, ergonómicos y psicosociales.

Tabla 7. Riesgos del personal

TIPO DE RIESGO	RIESGO	FACTOR DE RIESGO	CONSECUENCIA
Físico	Ruido	Máquinas y equipos	Pérdida auditiva parcial o total
	Iluminación	Iluminación insuficiente	Pérdida de la vista
	Temperatura	Ventilación insuficiente	Deshidratación e incomodidad
Mecánico	Atrapamiento	Máquinas sin protección, mal uso de equipos y herramientas	Heridas, fracturas
	Cargas suspendidas	Materiales o partes mal sujetadas. Ausencia de mantenimiento preventivo	Golpes, accidente y muerte accidentales
	Tropezos	Desorden, carencia de espacio físico, omisiones del personal.	Lesiones, fracturas
	Viruta metálica	Falta de uso de mascarar de protección	Enfermedades respiratorias, visuales y cutáneas
Eléctrico	Electrocución	Cables sueltos y pelados, cables colocados en camineras	Quemaduras, muerte
Químico	Productos químicos de limpieza	Desuso de guantes de protección	Irritaciones, quemaduras y enfermedades de la piel
	Pinturas y solventes	Incorrecto almacenamiento	Incendios
Biológico	Picadura de insectos	Desechos	Alergias, infecciones o inflamaciones cutáneas
Ergonómico	Levantamiento de cargas	Cargas mayores a 40 lb	Lesiones musculares y óseas
	Posiciones de trabajos inadecuadas	Sillas y posturas inadecuadas	Dolores de espalda
Psicosocial	Desmotivación	Mal ambiente de trabajo, falta de comunicación y capacitación	Falta de rendimiento, depresiones, enfermedades psicológicas

Las causas de dichos riesgos se deben en muchos casos a operaciones mal realizadas, mal uso de equipos y herramientas, falta de comunicación entre operarios, fallas accidentales de la maquinaria por falta de un mantenimiento preventivo. A ello se añade la carencia de espacio físico suficiente o desorden, las omisiones del personal, que en múltiples ocasiones pueden causar accidentes o daños imprevistos. En algunas ocasiones se dan omisiones por parte del personal. Un ejemplo de ello, son los cables tendidos en el piso o el material colocado en las camineras, que podrían ocasionar lesiones o incluso daños eléctricos. Véase figuras 29 y 30 y tabla 7 anteriormente mencionada.

En el mapa de riesgos y recursos del anexo 6, se presenta el layout de la planta actual, en donde se encuentran simbolizados los distintos riesgos, extintores, playas de evacuación y las salidas de emergencia.



Figura 29. Imagen de los cables en el piso.



Figura 30. Imagen de las piezas ubicadas en el piso.

Industrias I.V.E. realiza continuamente actividades para prevenir accidentes laborales.

A continuación se presenta una tabla de los tipos de riesgo más frecuentes y de las acciones que la empresa ejecuta para la prevención de accidentes.

Tabla 8. Tipos de riesgos más frecuentes en Industrias I.V.E.

TIPO DE RIESGO	ACCIONES PREVENTIVAS DE INDUSTRIAS I.V.E.
Mecánico	Instrucciones de uso de equipo de protección personal (cascos, botas con punta de acero)
Eléctrico	Capacitación y supervisión del personal para detección de cables en mal estado
Químico	Obliga al personal a usar mascarillas de filtración de aire, guantes
Físico	Uso de protectores auditivos

3. CAPÍTULO III. Estudio de la localización de la nueva planta

La localización de una nueva planta es una decisión estratégica de la alta dirección y es muy importante para la empresa. Una localización exitosa es aquella que cumple con todas las normativas legales, con los requisitos productivos y comerciales.

Para determinar cuál será la ubicación óptima de la nueva planta se compararán las posibles zonas industriales en torno a la ciudad de Quito y se realizará un proceso de filtrado inicial, denominado cribado. Luego se aplicará un segundo proceso, denominado método de puntuaciones, el cual evaluará y comparará cada una de las zonas, para determinar la más adecuada.

Para la ubicación de la nueva planta de volquetas de Industrias I.V.E., se consideran los siguientes elementos:

- Proximidad con los proveedores de las materias primas.
- Cercanía al mercado.
- Servicios generales (agua, energía, teléfono, etc.)
- Transporte de carga.
- Disponibilidad de los servicios de transporte público para el personal.
- Gestión de desechos.
- Ubicación geográfica: clima y topografía del terreno.
- Infraestructura.
- Normativas municipales para el uso de suelos.

Para poder determinar la zona de ubicación más conveniente de la nueva planta de Industrias I.V.E. se valorarán todos estos elementos en función de las necesidades de la empresa, tomando en cuenta el costo-beneficio.

3.1. Proximidad con los proveedores de las materias primas

Para definir la localización de la planta se consideró la distancia con respecto a las fuentes de abastecimiento de materia prima más significativas, así como el costo de los medios de transporte de las materias primas, ya que es un factor que influye en la localización.

Dado que la materia prima utilizada por Industrias I.V.E. son principalmente las planchas y perfiles de acero, la nueva planta debe localizarse preferentemente en una zona industrial o no muy distante de las zonas industriales de la ciudad Quito, donde los distintos proveedores puedan efectuar sus entregas con la mayor facilidad posible. La localización de la planta podría influir en el costo total del transporte y en los tiempos de entrega del material.

3.2. Cercanía al mercado y clientes

Otro elemento importante para definir la localización de una planta son las zonas de consumo y el costo de los medios de transporte que hagan posible alcanzar esos mercados.

En el caso de Industrias I.V.E., los clientes son las distintas concesionarias de camiones, como por ejemplo: Iveco, Hino, Hyundai, Chevrolet, Mavesa, otros. La mayoría de concesionarias tienen sede en el Distrito Metropolitano de Quito, y otras se encuentran a las afueras de la ciudad o en otras ciudades del país. Todos los camiones a los que se les instala la tolva de volteo son entregados a los clientes en la fábrica, razón por la cual el costo de los medios de transporte para la entrega del producto terminado, es determinante. Por ello es relevante que la planta no se encuentre demasiado alejada de sus principales clientes.

3.3. Servicios generales

A la hora de definir la ubicación de la planta se deberá considerar que la zona cuente con abastecimiento de agua y alcantarillado, energía eléctrica indispensable para una planta industrial, servicio telefónico y recolección de basura y desechos.

La zona en la que se vaya a ubicar la nueva planta debe poseer una red eléctrica instalada con capacidad de proporcionar el tipo de corriente y la cantidad de energía requerida por la planta. El tipo de corriente requerido para el funcionamiento de cualquier planta industrial que posea maquinaria pesada, herramientas eléctricas y equipos electrónicos es la corriente trifásica.

El suministro de alcantarillado y agua potable es importante y obligatorio para la limpieza de instalaciones, el aseo de los empleados, las instalaciones sanitarias, otros.

En una industria el agua se obtiene de dos maneras:

- Abastecimiento propio.
- Servicios públicos.

Cuando el abastecimiento de agua es propio, se la puede adquirir desde: pozos profundos, lagos, ríos y diques. Para poder tener acceso a cualquiera de estas opciones, es necesario que el terreno cuente con estos recursos. El uso de cualquiera de estos recursos se vuelve imprescindible cuando el acceso a una acometida de agua no es posible o resulta muy costoso. Para ello, se deben instalar sistemas de bombeo para que el agua pueda ser canalizada hasta la planta.

También el servicio de telefonía fija y cobertura de telefonía móvil es un factor importante porque:

- Permite tener acceso a internet y de esta manera permite la comunicación con los clientes, proveedores y partes interesadas.

- Permite a la planta solicitar múltiples líneas telefónicas para efectos de comunicación interna y externa.
- Permite establecer sistemas de control, vigilancia y registro de los trabajos que se realizan en tiempo real.

Actualmente el servicio de internet ha tomado mucha fuerza y es uno de los medios más utilizados para realizar búsquedas, efectuar pagos, mantener contactos con empresas o personas en el extranjero, etc.

3.4. Transporte de carga

A la hora de definir la ubicación de la planta se deberá considerar que la zona cuente con las vías de acceso para el transporte de carga pesada. Dado que Industrias I.V.E. fabrica tolvas de volteo para camiones, la nueva planta tiene que estar ubicada en un lugar cercano a carreteras y vías de acceso en óptimas condiciones.

Si la Alta Dirección decide que la zona de ubicación de la nueva planta no se muy alejada del Distrito Metropolitano de Quito, se podrá contar con carreteras perimetrales en buen estado y las condiciones necesarias para el transporte de carga pesada. De preferencia la planta debería procurar ubicarse lo más cerca posible a las vías principales.

Las vías de acceso a la nueva planta deberán poseer el suficiente ancho, sin pendientes significativas, para que todos los camiones puedan ingresar y salir de la planta sin ningún problema.

3.5. Disponibilidad del transporte público para el personal

Es necesario contar con servicio de transporte público para el traslado del personal hacia la empresa.

Este elemento es de suma importancia ya que no siempre se encuentran técnicos especializados en la zona y el personal que vive en el lugar no siempre posee la capacitación, formación, entrenamiento y experiencia requerida por Industrias I.V.E.

Al reubicar la planta, la empresa deberá asegurarse que el personal tenga las facilidades de acceso a la misma, deberá considerar los tiempos de recorrido y conexiones de transporte adecuadas.

3.6. Gestión de desechos

La nueva planta industrial debe tener una adecuada gestión de desechos que cumpla con las siguientes características:

- Gestor de desechos calificado y certificado
- Clasificación
- Reciclaje
- Disposición final de los desechos

Industrias I.V.E. genera los siguientes desechos:

- Peligrosos: inflamables, tóxicos, reactivos, otros.
- No peligrosos: papel, cartón.

Los residuos generados por Industrias I.V.E. son clasificados y recolectados por separado. Los desechos no peligrosos son depositados en contenedores específicos para papel, plástico y residuos orgánicos. Estos son retirados regularmente por el servicio municipal de recolección de basura, y su destino final es el reciclaje o los rellenos sanitarios. Los residuos metálicos son apilados y vendidos como chatarra. Los desechos peligrosos, como por ejemplo grasas, disolventes, pintura son acumulados en contenedores específicos. Para su eliminación la empresa contrata a un gestor de residuos que se encarga de eliminar los mismos.

En el caso de Industrias I.V.E. el principal desecho que se genera es el acero residual de la producción, que se comercializa a través de personas dedicadas a reciclar la chatarra.

3.7. Ubicación geográfica y topografía del terreno

Con respecto a la ubicación geográfica de una planta es necesario tener en cuenta que la zona tenga un clima no muy extremo, cuya temperatura máxima oscile entre los 20° y 28°C, de manera que factores como la temperatura, la humedad y las lluvias no afecten a la producción y a al desempeño de los trabajadores.

En el caso específico de Industrias I.V.E. conviene que la zona elegida para la ubicación de la planta no sea ni muy húmeda ni lluviosa, puesto que tanto parte de la materia prima, como el producto terminado normalmente son almacenados a la intemperie. De estar mucho tiempo expuesto a lluvias frecuentes podría oxidarse o deteriorarse.

En el momento de elegir el terreno para la ubicación de la planta, deberá tenerse presente que la topografía del mismo no sea muy irregular, dado que este factor influiría posteriormente en los costos de construcción de la planta.

3.8. Infraestructura

El enfoque de este apartado se referirá principalmente a la descripción de las instalaciones.

El tipo de construcción o estructura de una planta dependerá de múltiples factores, como por ejemplo: el producto que se fabrica y el área que este ocupa, el volumen de producción, la cantidad de personal dentro de la planta, el número y el tamaño de la maquinaria, el espacio necesario de las bodegas y áreas de almacenamiento, otros.

Una planta puede ser construida básicamente de dos maneras:

- Estructura de hormigón armado y paredes divisorias de bloques.
- Estructura de acero y paredes divisorias de bloques.

La segunda opción suele ser la solución más recomendada por la rapidez con la que se construye.

La estructura de acero levantada y terminada de una planta se denomina galpón. Un galpón básico está constituido por su estructura interna en acero y por planchas de tol que recubren el techo. En caso de requerirse áreas cerradas con mayor seguridad, se pueden utilizar distintos materiales como bloques de hormigón o planchas de tol para independizar cada área. Cada área de la planta está destinada para cumplir cierta función. Existen áreas que muchas veces requieren ser aisladas de las otras, principalmente por motivos de seguridad del personal, de contaminación y restricción. Un ejemplo de esto es el área de almacenamiento de cilindros de gas a presión, los cuales son inflamables y podrían causar alguna explosión. Otro punto a considerar es el entorno ambiental y de trabajo de la planta. De preferencia este debe ser amigable, libre de excesiva contaminación y polvo, con el fin de preservar la salud del personal.

Toda industria debe contar con todas las áreas y espacios complementarios que permiten su funcionamiento, como son: estacionamientos, áreas verdes, oficinas, bodegas, cuartos de bombas y electricidad, otros.

En el caso de Industrias I.V.E., la estructura principal requerida en la nueva planta se asemeja mucho a la de la planta actual. Es decir; la estructura de los galpones debe ser fabricada con acero, lo cual facilita la instalación y montaje de los puentes grúas. Los galpones en los que se encuentran los puentes grúas es necesario que tengan una altura mínima de 12 m para una óptima manipulación de las cargas.

En lo posible todas las áreas de la planta, incluidas las áreas de almacenamiento de la materia prima deberían ser cubiertas. Las losas o pisos

dentro de la planta deben ser de hormigón y poseer una resistencia a la compresión de 250 kg/cm^2 , capaces de soportar un tráfico pesado. En una nave industrial es muy importante que el piso este bien diseñado, permitiéndole resistir las altas cargas concentradas que pudieran darse. Para ello se deben especificar valores adecuados de resistencia a la flexión, abrasión y compresión. Además la base que soporta el suelo debe estar bien compactada para evitar fisuras.

Otro de los elementos que debe ser analizado dentro del diseño la nueva planta es el consumo eléctrico. En un inicio Industrias I.V.E. calculó que con dos transformadores que suman 250 Kva abastecía suficientemente, incluso previendo un margen de seguridad, su demanda de energía. A medida que la planta se expandió a través de la adquisición de nuevas máquinas por motivos de incremento de producción, la capacidad de dichos transformadores alcanzó su límite máximo. En muchas ocasiones los fusibles de los transformadores han tenido que ser remplazados, ya que el consumo de electricidad ha sobrepasado la capacidad establecida. En el *anexo 7* se muestra, por una parte, el consumo real de energía de la planta actual en base al porcentaje de uso de las máquinas, equipos y aparatos eléctricos, y por otra, el valor de la carga máxima posible, tomando en cuenta todo el conjunto de aparatos, equipos eléctricos y máquinas estuviesen encendidos simultáneamente.

De ahí se deduce que la planta actual de Industrias I.V.E. consume la máxima capacidad instalada de los transformadores, según el factor de simultaneidad del uso actual de los equipos.

3.9. Normativa municipal para el uso del suelo

Todas las industrias que deseen ubicarse dentro del Distrito Metropolitano de Quito deben regirse a la Ordenanza de Zonificación No. 0031 del Concejo Metropolitano de Quito, emitida el 10 de junio del 2008.

La Ordenanza sobre el Plan de Uso y Ocupación del Suelo (PUOS) está encargada de definir los distintos parámetros y normas específicas para el uso, ocupación, edificación y habilitación del suelo dentro del Distrito Metropolitano. Dicha Ordenanza establece y categoriza las características específicas que deben cumplir tanto el terreno como las edificaciones. El objetivo de esta ordenanza es mejorar la calidad de vida de los habitantes a través de mantener una correcta estructura y distribución territorial, respetando el entorno natural, la imagen urbana, etc.

En el caso de las industrias la Ordenanza clasifica el uso del suelo según su impacto y riesgo. Según la clasificación de la ordenanza Industrias I.V.E. se encontraría ubicada dentro de las de alto impacto (I3), ya que es una industria metalmecánica pesada que procesa el acero para la fabricación de su producto, con maquinaria y herramientas de gran tamaño, las cuales generan ruidos y vibraciones.

Las industrias de alto impacto (I3) para su funcionamiento deben:

- Obtener el Certificado ambiental (CA), el cual es emitido por la Dirección Metropolitana Ambiental.
- Reglamento de prevención de incendios del Cuerpo de Bomberos.
- Cumplir con las normas de Arquitectura y Urbanismo.
- Establecer programas de prevención de accidentes.

3.10. Posibles zonas para la ubicación de la nueva planta

La ciudad de Quito ha sido desde mediados del siglo XX uno de los centros industriales más importantes del país. En un inicio las industrias buscaban ubicarse a una distancia considerable de la ciudad. Alrededor de las fábricas comenzaron a surgir los barrios obreros, con lo que se produjo un acercamiento de la población a los emplazamientos industriales. A ello se sumó el crecimiento poblacional de la ciudad sin la debida planificación por parte de las autoridades locales. Consecuentemente las fábricas comienzan a quedar

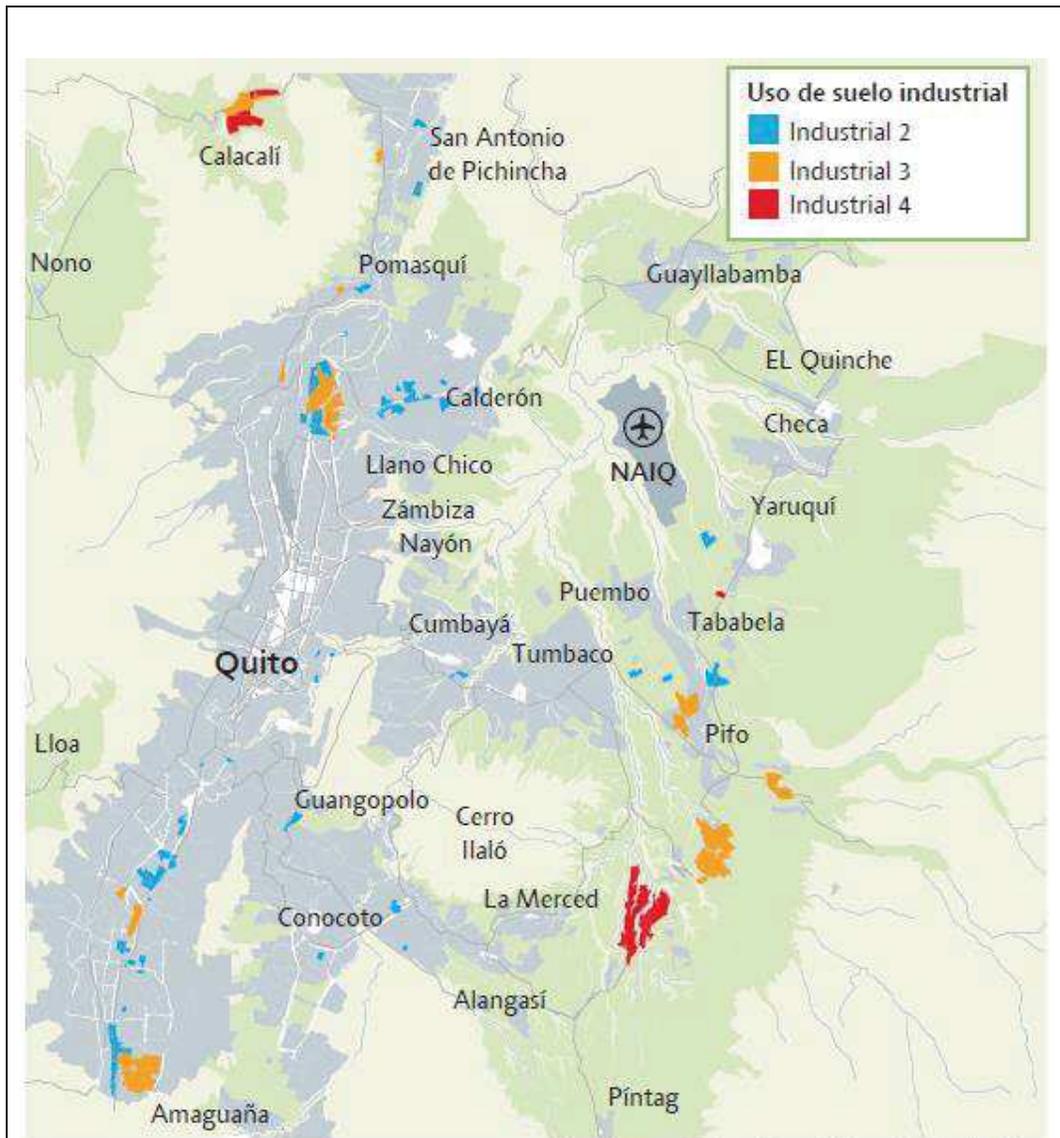
ubicadas dentro de barrios residenciales. Según el informe de la Revista Líderes, actualmente “372 son industrias ubicadas en zonas urbanas como Carcelén, Calderón, San Bartolo, Quitumbe, Guamaní, etc.”(Líderes, 2013). Esto significa que se ha dado un crecimiento industrial y poblacional espontáneo sin una debida planificación. De acuerdo al informe de la Revista Líderes (2013) “los reglamentos de zonificación y de uso de suelos recién se establecieron en 1967.” Por las razones citadas y por los problemas que esta situación ha generado, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito busca reordenar las zonas industriales y promover el traslado de las industrias a los sectores de Itulcachi, Calacalí y Turubamba. Sin embargo estos parques industriales no siempre cuentan con la infraestructura suficiente ni con los servicios básicos que estimulen a las empresas a reubicar sus plantas. Por estas razones el Municipio de Quito está promoviendo una serie de incentivos tributarios y garantizando la seguridad del uso del suelo por 99 años, restringiendo la construcción de viviendas en los alrededores, con el fin de evitar el fenómeno anterior.

Otro motivo importante que hace imprescindible la localización de las industrias en estas zonas periféricas son las restricciones al tránsito de los vehículos pesados en el perímetro urbano de la ciudad. Esto obedece a los serios problemas de congestión vehicular que padece la ciudad de Quito.

Según la Secretaría de Desarrollo Productivo y Competitividad del Municipio de Quito, los porcentajes de la ubicación actual y la reubicación proyectada se muestran en la figura 23.

Actualidad		Reubicación Proyectada	
Norte	54,76%	⊕ Turubamba	23%
Sur	23,01%	Calacalí	52%
Centro	4,76%	Itulcachi	25%
Valles	17,47%		

Figura 31. Desarrollo de zonas industriales, Secretaría de Desarrollo Productivo y Competitividad del Municipio del DMQ.
Tomado de Municipio DMQ, 2013.



Fuente: Secretaría Metropolitana de Desarrollo y Productividad

Figura 32. Mapa de los sectores industriales del Distrito Metropolitano de Quito.

Tomado de Revista Líderes, 2013

3.10.1. Zona industrial de Turubamba

El Parque industrial de Turubamba Alto fue creado en el 2008, mediante la Ordenanza Municipal 0245. Este parque puede acoger a industrias de bajo (I1), mediano (I2) y alto impacto (I3). Se encuentra ubicado en el sur de Quito y colinda con la Av. Simón Bolívar. Ocupa una extensión total de 140 hectáreas, de las cuales solo quedan 50 hectáreas disponibles.

La infraestructura de este parque actualmente se halla inconclusa. Si bien cuenta con los servicios básicos para el funcionamiento de las industrias, tanto las vías de acceso como el sistema de alcantarillado se encuentran tan solo parcialmente realizados. La vía principal que conecta dicho parque industrial con la Av. Simón Bolívar no se encuentra en buen estado, pues presenta irregularidades y parte de la misma todavía es de tierra y piedras. Los trabajos se encuentran en ejecución y se espera que culminen para fines del 2013 (Pacheco, 2013).

A las industrias en esta zona que cumplan con las condiciones urbanísticas ambientales y de seguridad según la ordenanza, el municipio les garantiza el uso de suelo (industrial) por 99 años.

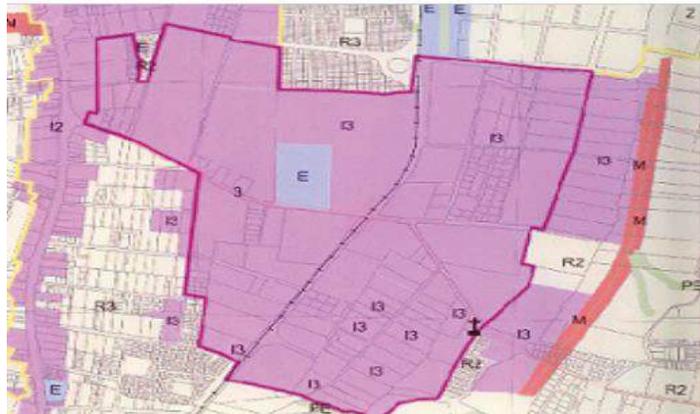


Figura 33. Parque Industrial Turubamba.
Tomado de google imágenes, 2013.

3.10.2. Zona industrial de Itulcachi

La zona industrial de Itulcachi se encuentra ubicada en las inmediaciones de la vía Pifo-Pintag (E35). Comprende una extensión total de 670 hectáreas, de las cuales 558 se encuentran disponibles. Se ha iniciado la planificación de esta zona con este propósito y el primer proyecto es el denominado “Parque Industrial de Quito”.

El Parque Industrial de Quito está destinado a las industrias que son consideradas de alto impacto (I3) según la Ordenanza Municipal 0281. Este Parque se encuentra ubicado en el kilómetro 4.8 de la vía Pifo-Pintag, en Itulcachi.

Actualmente la infraestructura del Parque Industrial Quito se encuentra todavía en la fase constructiva. Sus obras iniciaron en el mes de abril del presente año, y se espera que culminen a mediados del próximo año. Cuenta con una superficie total de 37 hectáreas y está dividido en 18 lotes. Según datos una noticia publicada el 10.4.2013 en el Diario El Comercio, “las empresas Fibrán Cía. Ltda., Intaco, Inselec, Adtimaq ya han acordado su traspaso. Por sus características éstas han ocupado ya el 50% de la capacidad del PIQ.” (Diario El Comercio, 2013, párrafo 4). Esto significa que al momento tan solo 13 hectáreas se encuentran disponibles para la ubicación de nuevas industrias.

Con el fin de que dicho Parque sea un lugar atractivo para las empresas, este deberá contar con toda la infraestructura, vías de acceso y servicios básicos necesarios para que las plantas puedan ejecutar sus actividades productivas. Adicionalmente el Municipio ofrece a las empresas que decidan trasladarse beneficios tributarios y un suelo libre de asentamientos poblacionales por los próximos 99 años.

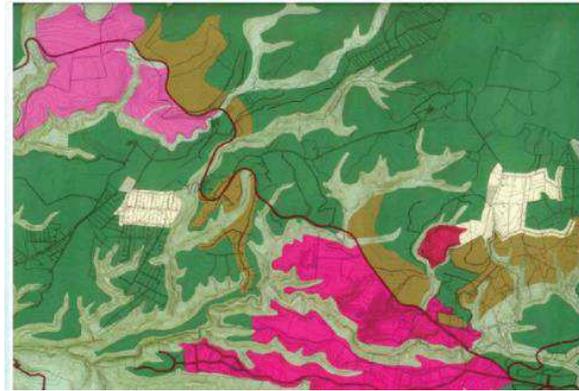


Figura 34. Parque Industrial Quito.
Tomado de google imágenes, 2013.

3.10.3. Zona industrial Calacalí

El Parque Industrial de Calacalí se encuentra al norte de la ciudad de Quito, a 30 minutos aproximadamente desde el intercambiador del Condado. Comprende una extensión de 172 hectáreas, de las cuales 74 hectáreas se encuentran actualmente disponibles.

Dentro de la zona industrial de Calacalí, las plantas se han ido asentado de manera desordenada y dispersa. Si bien Calacalí es considerada una zona industrial con capacidad de albergar a industrias de bajo, mediano y alto impacto, el Municipio del Distrito Metropolitano de Quito ha creado el nuevo “Parque industrial de Calacalí” dentro de esta zona con la finalidad de juntar y uniformizar la ubicación de las industrias actualmente ya asentadas, y las nuevas que deseen ubicarse.

El Parque actualmente se encuentra en construcción y se espera que esté finalizado para fines del próximo año. Contará con toda la infraestructura de servicios básicos, vías de acceso, etc. para el funcionamiento de las plantas.

Unos de los problemas del sector de Calacalí es la carencia de los recursos hídricos, actualmente el Municipio tiene proyectos en marcha para dotar de mayor cantidad de agua potable al sector.

El abastecimiento de energía eléctrica de la zona es atendida por las subestaciones de Cotocollao y de Pomasqui.

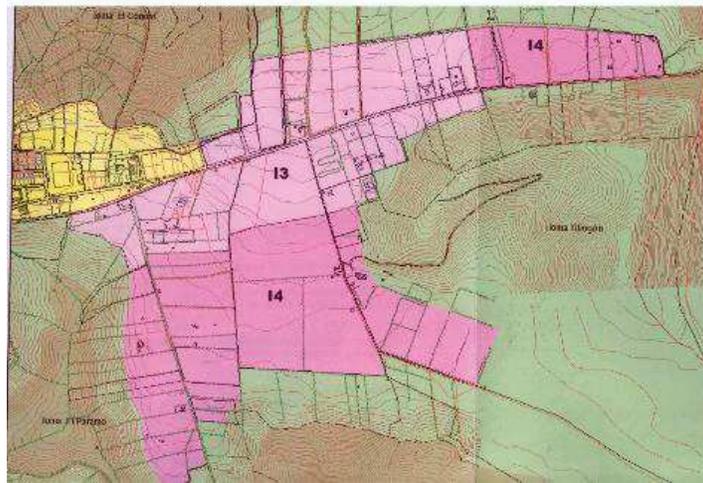
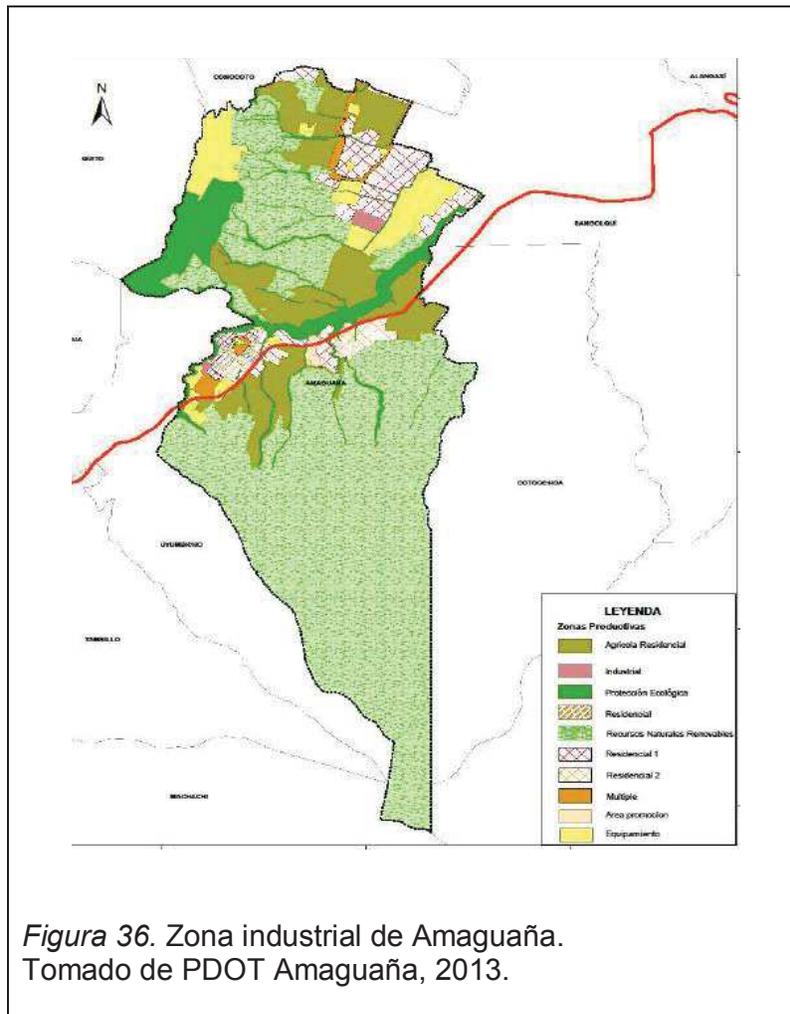


Figura 35. Parque Industrial Calacalí.
Tomado de google imágenes, 2013.

3.11. Zona industrial de Amaguaña

La zona industrial de Amaguaña se encuentra ubicada en el Valle de los Chillos, al sur de la Hoya de Guayllabamba, en las faldas del volcán Pasochoa. La Parroquia de Amaguaña posee una superficie total de 62.11 km². Dentro de esta parroquia se encuentran varias zonas productivas: agrícola residencial,

industrial, protección ecológica, ganadera, etc. El área destinada para la industria dentro de la Parroquia de Amaguaña ocupa 24 hectáreas.



Amaguaña cuenta con un importante potencial hídrico, gracias a las numerosas vertientes subterráneas, ríos y acequias. La vertiente de agua más importante de la zona se la llama Cachaco. Todo el sector cuenta con el servicio de agua potable, suministrado a través de la red pública, los pozos y los ríos. Las aguas servidas son eliminadas a través del sistema de alcantarillado de la zona. Toda

la Parroquia de Amaguaña cuenta con el servicio de recolección de basura a través de carros recolectores.

El 98% de Amaguaña cuenta con la red de servicio eléctrico con capacidad de suministrar energía de alta tensión a las plantas industriales. La principal vía de acceso al sector es la vía Sangolquí - Amaguaña. Esta se encuentra en buen estado para el transporte de carga pesada. La mayoría de terrenos dentro de esta zona poseen un suelo de formación rocosa y tierra de tipo cangagua.

La zona de Amaguaña presenta un clima con precipitaciones altas en los meses de marzo y abril, y temperaturas promedio de 17° a 18° c.

Tabla 9. Ponderación de las zonas industriales

Factores	Ponderación	PUNTAJES				PUNTAJES PONDERADOS			
		Itulcachi	Turubamba	Amaguaña	Calacalí	Itulcachi	Turubamba	Amaguaña	Calacalí
Cercanía de empleados	20%	75	50	100	-	15	10	20	0
Cercanía a proveedores	2%	50	100	100	-	1	2	2	0
Agua potable	3%	33	100	100	100	1	3	3	3
Luz eléctrica	8%	75	100	100	75	6	8	8	6
Teléfono	2%	-	100	100	100	0	2	2	2
Transporte público	10%	40	80	60	10	4	8	6	1
Clima	2%	100	50	50	100	2	1	1	2
Seguridad	7%	43	71	71	43	3	5	5	3.01
Vías de acceso	9%	78	89	67	50	7	8	6	4.5
Costo del terreno	30%	100	40	50	80	30	12	15	24
Plusvalía	5%	40	60	100	20	2	3	5	1
Eliminación de desechos	2%	100	50	50	25	2	1	1	0.5
	100%					73.00	63.00	74.00	47.01

En la tabla 9 se muestran los factores de ubicación y las posibles zonas industriales, con su respectiva ponderación y puntuación. Esta tabla ha sido elaborada con el fin de determinar el lugar más idóneo. La valoración de las distintas alternativas fue realizada por la Gerencia de la empresa. Tal como

muestran los resultados, las zonas que la Gerencia de la empresa considera más aptas para la ubicación de la nueva planta son Amaguaña e Itulcachi. Las zonas de Turubamba y Calacalí son las que recibieron menor puntuación.

En vista que el factor que más pesa para la toma de decisión de la Gerencia es el precio del terreno, se muestra a continuación un cuadro de los costos referenciales por metro cuadrado de cada una de las zonas.

Tabla 10. Precio del metro cuadrado del terreno en las zonas industriales

Zonas	Precio en dólares/ m²
Turubamba	60 – 80
Itulcachi	35 – 100
Calacalí	35 – 55
Amaguaña	50– 60

4. CAPITULO IV. Diseño de la nueva planta

El nuevo diseño de planta permitirá a Industrias I.V.E aumentar la producción y fabricar más eficientemente las tolvas de volteo. A través de la nueva distribución se busca corregir la mayor cantidad de errores que impiden desarrollar una producción más eficiente, eliminar cuellos de botella, movimientos o recorridos excesivos, maquinaria mal ubicada, esperas, tiempos improductivos, otros.

Una línea de producción eficiente debe mantenerse constantemente activa y alimentada, siguiendo un flujo continuo de tareas establecidas en cada etapa.

En el caso de Industrias I.V.E. existen algunos factores que presentan oportunidades de mejora para el diseño de la nueva planta:

- **Asignación de espacios específicos para la fabricación y ensamblaje.**

En ciertos procesos, los espacios de la planta actual se utilizan de forma improvisada e indistinta por falta de áreas específicas suficientes.

- **Instalación de cámara de transformación.**

Actualmente la planta cuenta con dos transformadores con una capacidad total de 250 Kva, la cual resulta insuficiente y limitante para el uso simultáneo de las máquinas.

- **Mejoramiento del almacenamiento y del acceso a la materia prima a través de la creación de mayores espacios.**

Actualmente, en la planta de Industrias I.V.E, no toda la materia prima está clasificada de forma ordenada dentro del área de almacenamiento, lo que genera demoras en el acceso a dicho material, y por lo tanto también una ralentización del proceso productivo. A esto se añade el

insuficiente espacio existente para la circulación en el área de almacenamiento. Si se reducen estos imprevistos, la probabilidad de que se pierdan los materiales, es menor.

- **Ubicación correcta de la maquinaria.**

Debido a la inadecuada disposición de las máquinas, se originan recorridos excesivos y demoras en el traslado de las partes o sub ensamblajes. Adicionalmente, ciertas máquinas que tienen un uso esporádico ocupan espacios importantes dentro de la línea de producción. En la planta actual, la disposición de las máquinas no ayuda a que el proceso tenga una secuencia de producción ordenada, lo cual dificulta la manipulación.

- **Creación de espacios de almacenamiento temporal de materiales y una distribución apropiada de conexiones eléctricas.**

En la planta actual ciertos procesos de sub ensamblaje no cuentan con espacios específicos de producción. Estos, en muchos de los casos, se trasladan y efectúan en ubicaciones que en ese momento se encuentran disponibles. Las máquinas no cuentan con ubicaciones temporales para las piezas que están en el proceso de fabricación, por lo que con frecuencia se genera desorden.

Los cables y extensiones de los equipos y herramientas son tendidos en el piso, produciendo tropiezos en las áreas de trabajo y dificultad en la circulación, lo que representa un riesgo para el personal que transita por esos espacios, y a su vez una obstaculización de la misma línea de producción.

- **Incremento del espacio para el almacenamiento del producto terminado y de los camiones.**

La planta actual no cuenta con el espacio adecuado, necesario para el almacenamiento del producto terminado y de los chasis de los camiones que llegan para ser instalados.

- **Instalación de un generador para la planta.**

En casos de cortes de energía eléctrica, el generador que posee la planta actual solamente logra abastecer de energía al área administrativa. La planta no cuenta con ningún generador de respaldo para los galpones de producción.

- **Eficiencia en los trasbordos de cargas de los puentes grúas.**

En la planta actual existen pérdidas de tiempo debido a ciertos trasbordos de carga entre puentes grúa dentro de una misma línea. Esto ocurre por la inexistencia de suficientes trenes de transferencia, que estén ubicados de forma estratégica. La planta, al no contar con espacio disponible, experimenta una imposibilidad de instalar más trenes de transferencia, por lo que la única alternativa es realizar varios trasbordos entre puentes.

- **Aislamiento del área de pintura.**

El área de pintura de la planta actual es abierta. Solamente posee un techo. Dentro de esta área se pintan de manera simultánea dos volquetas, sin que exista una división entre cada una. Al no existir dicha división, la pintura en ocasiones salpica y mancha la volqueta, cuya pintura ya está lista. Además durante el proceso de pintura y secado, en ocasiones se adhiere polvo a la pintura, impidiendo un buen acabado.

- **Creación de un área específica para el almacenamiento de la materia prima sobrante.**

La planta actual carece de un espacio determinado para el almacenamiento de la materia prima sobrante, ya que ocupa parte de un espacio que se encuentra destinado a la carga y descarga de materia prima, originándose de este modo desorden, dificultades de acceso y clasificación.

- **Incremento del área administrativa.**

El área administrativa no cuenta con el suficiente espacio tanto para la atención de clientes y visitas. Tampoco cuenta con un espacio para reuniones gerenciales y para satisfacer las necesidades de las partes interesadas.

4.1. Propuesta de diseño de planta para la fabricación de las tolvas de volteo

En base al análisis realizado anteriormente en el capítulo 2, la propuesta para la nueva planta de Industrias I.V.E se fundamentará en una distribución por producto, es decir toda la maquinaria y los equipos se agruparán por zonas y de acuerdo al proceso de fabricación requerido para las tolvas de volteo. Por otra parte se dispondrá de la mejor manera los puestos de trabajo, las áreas productivas y de almacenamiento, así como los pasillos de circulación. De este modo se logrará tener una mejor disposición de la maquinaria y los equipos con el fin de evitar posibles riesgos para los operarios, trabajar de una forma más eficiente y segura, reduciendo tiempos de fabricación y, en última instancia, disminuyendo costos de producción. Mediante la producción en línea se facilita la coordinación de todo el proceso de fabricación y adicionalmente el control visual del mismo.

La presente propuesta del nuevo diseño de planta contará con la debida señalización e instalación de extintores de incendios para eliminar los posibles riesgos y accidentes relacionados con el trabajo.

4.1.1 Elaboración del nuevo diseño de planta

Para la elaboración del diseño de la nueva planta de Industrias I.V.E. se procedió primeramente a definir las zonas generales de la misma, tomando como referencia las zonas de la planta actual con sus áreas respectivas. Dentro de las zonas establecidas para la nueva planta, se realizó una división por sub zonas con sus respectivos espacios, tomando en cuenta la maquinaria a ser utilizada, los espacios del trabajo, los pasillos de circulación, las áreas de trabajo y manipulación de material. En el cuadro que se adjunta en el *anexo 8*, se detallan todas zonas, sub zonas y sus respectivos espacios, con las dimensiones correspondientes. Cabe mencionar que, a más de considerar las superficies teóricas mínimas (véase tabla 5. Cálculo de superficies teóricas requeridas) indicadas en el punto 2.4.2., las dimensiones del layout para la nueva planta contemplan el tamaño y la forma real de todas las piezas y del material antes de ser procesado, razón por la cual existe una variación con respecto a las superficies teóricas.

En la tabla 11 se presenta un resumen de las zonas de la planta propuesta comparada con la planta actual. **De dicha tabla se desprende que el nuevo layout incrementa las áreas en un total de 1828 m², lo que equivale a un 19% más que la actual. La variación por zonas muestra un crecimiento que va desde un 4% a un 72%.** Este incremento obedece, en general, a la necesidad de mejorar los flujos y, por ende, la productividad. Cabe destacar que también se ha incluido un área importante asignada a jardines. Se ha excluido, sin embargo, el área de 727 m², que la planta actualmente existente destina a la fabricación de otros productos.

Tabla 11. Resumen cuadro de zonas

ZONAS	ÁREA PLANTA ACTUAL (M2)	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL	ÁREA NUEVA PLANTA (M2)	PORCENTAJE RESPECTO AL TOTAL	VARIACIÓN (M2)	VARIACION PORCENTUAL
Estacionamientos y vías	4490	47%	5762	61%	1272	28%
Administración	135	1%	188	2%	53	39%
Área verde	50	1%	430	5%	380	760%
Servicios generales	340	4%	405	4%	65	19%
Producción	2059	22%	2458	26%	399	19%
Circulación	475	5%	738	8%	263	55%
Bodega y almacenamiento de material	1100	12%	1158	12%	58	5%
Mantenimiento	90	1%	155	2%	65	72%
Productos varios	727	8%	0	0%	-727	-100%
TOTAL	9466		11294		1828	19%

4.2. Layout de la planta propuesta

Dado que la mayoría de terrenos disponibles poseen formas cuadradas o rectangulares, la propuesta que se presenta para la nueva planta de Industrias I.V.E. ha sido configurada de forma rectangular, con el fin de facilitar su implantación en el terreno. Se ha creado un solo acceso principal, que comprende una entrada peatonal y otra vehicular de 12 m de ancho, que permite tanto para el ingreso de automóviles como de camiones.

El área administrativa, con sus respectivos estacionamientos para el personal administrativo y las visitas, está ubicada al lado izquierdo, inmediatamente después del ingreso principal. Su ubicación es totalmente independiente de la planta propiamente dicha, con el fin de evitar al personal administrativo de las molestias producidas por el ruido. La administración posee su propia cisterna de agua y cuarto de bombas.

El área destinada a la descarga y almacenamiento de materia prima, así como de material sobrante, se halla al lado derecho de la entrada principal y está a la

intemperie. A un costado se han previsto los respectivos espacios para la cámara de transformación y un generador a diésel, que en caso de eventuales cortes de energía eléctrica, garantice el normal funcionamiento de la planta.

A continuación se encuentra la planta propiamente dicha, cuyas zonas y sub zonas y espacios específicos se resumen en la tabla 11, se detallan en el anexo 8 del presente trabajo y se muestran en el respectivo layout. Toda la zona de producción son galpones cubiertos con una altura de piso a techo de hasta 13 m. Dicha altura permite la instalación de los puentes grúa y además tener un espacio útil suficiente para el levantamiento de cargas, que puedan sobrepasar la altura de las máquinas.

El área de estacionamiento destinado al producto terminado tiene una capacidad de albergar hasta 21 volquetas y 11 chasis de camiones. A una tasa de producción de la planta de 2 tolvas diarias, el área prevista es suficiente para dar cabida a 21 tolvas durante 10 días.

Adicionalmente se ha previsto un área de desechos, que se encuentra a un costado de la zona de almacenamiento de producto terminado y alejada de las zonas de trabajo. En esta área se ubicarían los recipientes respectivos para la clasificación de los distintos tipos de desechos y residuos.

En el nuevo layout de la planta propuesta se ha procurado dar solución a los problemas detectados y previamente mencionados.

A continuación se explicará cada una de las soluciones implementadas en el layout propuesto para cada punto.

- **Asignación completa de espacios específicos para la fabricación y ensamblaje.**

En el layout de la nueva planta, además de tenerse en cuenta el espacio necesario para cada máquina y el trabajo del operario, se han establecido a su vez áreas para la ubicación de los respectivos materiales y piezas fabricadas. Al colocar cada pieza y subconjunto

dentro de un espacio establecido, se evita tener obstrucciones y desorden dentro de la línea de producción, permitiendo así mantener un flujo constante.

En el nuevo layout cada línea de ensamblaje cuenta ahora con un área específica de producción. Cada una de estas áreas posee sus propias estaciones de trabajo y espacios para la ubicación de los materiales y del subproducto terminado.

En general todas estas áreas han sido ampliadas en distintas proporciones, tal como se detalla de forma específica en la tabla 11. Los subproductos de cada línea de ensamblaje son almacenados temporalmente en ubicaciones que confluyen directamente con la línea de ensamblaje y el montaje de la tolva, facilitando un rápido acceso a los mismos.

La línea de ensamblaje y montaje de las tolvas también ha experimentado un crecimiento, con el fin de poder llegar a producir hasta dos tolvas diarias. Para que esto sea posible no solamente se incrementó el espacio, sino que también se ubicó una nueva mesa matriz para el armado de una segunda tolva de manera simultánea. Paralelamente, en cuanto al recurso humano, para lograr incrementar la producción, se revisará la asignación actual de tareas del mismo, y de ser necesario se contratará a nuevos empleados.

En la nueva planta se ha creado una zona exclusiva para el servicio de mantenimiento y reparación de las tolvas, la cual se encuentra aislada del proceso de producción. Esta zona cuenta con su propio acceso lateral.

- **Instalación de cámara de transformación**

En el layout propuesto se prevé la instalación de una cámara de transformación de mayor capacidad, capaz de abastecer el consumo de energía requerido para la nueva planta de Industrias I.V.E.

- **Mejoramiento del almacenamiento y del acceso a la materia prima a través de la creación de mayores espacios.**

En el nuevo diseño se ha previsto, por un lado, un incremento de las áreas destinadas al almacenamiento de materia prima, y por otro, la creación de nuevas áreas para el almacenamiento de planchas sobrantes, chatarra y viruta residual. El almacenamiento de las planchas de materia prima de la planta actual ocupa 456 m², por ejemplo, mientras que el de la planta propuesta alcanza los 614 m². Este incremento permite tener una mejor organización y ubicación del material dentro cada área. Al independizar las áreas de almacenamiento, se facilita la rapidez de acceso y se reduce el tiempo de recolección del material.

El almacenamiento de los perfiles, ángulos y ejes ha sido trasladado a un área interna y cubierta de la planta, con la finalidad de poder tener mayor espacio de almacenamiento en la parte exterior de la planta y ubicar el material más cerca de las máquinas de corte.

- **Ubicación correcta de la maquinaria**

En la nueva planta, la maquinaria ha sido agrupada en cada sub zona según la función que cumple. Por ejemplo, todas las máquinas que realizan cortes, ya sean por plasma, oxicorte o por presión, se las ha agrupado en la sub zona corte. De este modo se logra una disposición ordenada de la maquinaria y un almacenamiento de las partes en un solo lugar, con la consiguiente eliminación de los desplazamientos innecesarios de los operarios al verse obligados a recoger las piezas de distintos lugares.

Las máquinas que tienen un uso poco frecuente o que son back up a su vez de otras máquinas han sido colocadas a un costado de la planta, de manera que no bloqueen el flujo principal del proceso. El diseño de la planta está concebido de tal forma, que se posibilita, en caso de así

requerirlo, la utilización de las máquinas consideradas como back up para que entren en funcionamiento y se unan sin problema al proceso productivo.

- **Creación de espacios de almacenamiento temporal de materiales y una distribución apropiada de conexiones eléctricas.**

En la planta propuesta se han creado espacios determinados para el almacenamiento y ubicación temporal de los materiales y piezas a ser utilizados en cada máquina o grupo de máquinas. De esta manera se mantiene el orden y la cercanía del material al espacio de trabajo requerido.

Con el fin de evitar tener cables tendidos en el piso, se plantea colocar mayor cantidad de puntos de energía distribuidos a lo largo de toda la planta de producción, eliminando así un número considerable de extensiones y cables.

En la planta actual las vías de circulación en muchos de los casos son invadidas e interrumpidas por los mismos materiales. Adicionalmente a causa de un mal trazado, en la mayoría de las áreas, dichas vías atraviesan el espacio por la mitad, dificultando la circulación. El ancho de las vías es de 0,90 m, lo que resulta estrecho para el desplazamiento de los operarios.

En la planta propuesta las vías de circulación tienen un ancho de 1.5 m, y conectan todas las zonas de la planta sin invadir o acortar los espacios de trabajo. El tener un ancho mayor facilita la movilización del operario y del material con mayor comodidad y seguridad.

- **Incremento del espacio para el almacenamiento del producto terminado y de los camiones.**

En el diseño de la planta propuesta, tanto el espacio para el almacenamiento del producto terminado, como para los chasis de los

camiones ha sido incrementado. Al haber incrementado la cantidad de estacionamientos, se le permite a la planta tener una mayor flexibilidad de producción. Si bien el producto terminado es entregado por lo general inmediatamente, este espacio permite tener almacenada una mayor cantidad de volquetas y chasis de camiones.

- **Instalación de un generador para la planta.**

La nueva planta contará con un generador a diesel que tendrá la capacidad de generar energía eléctrica para todas las máquinas, lo que evitará detener la producción. Dicho generador se encontrará ubicado cerca de la cámara de transformación, ya que de esta manera la conexión es más directa.

- **Eficiencia en los trasbordos de cargas de los puentes grúas**

Todas las áreas de producción cuentan con su propio puente grúa. Existen áreas en las que se requiere más de un puente grúa debido a que en esas líneas de producción ocurren varios procesos activos de manera simultánea. Dado que dichos puentes grúa serían trasladados a la nueva planta, el presente diseño de planta ha tenido en cuenta la cantidad de puentes grúas existentes.

Como solución al transbordo de carga entre puentes se han creado en total tres trenes de transferencia de carga, ubicados en puntos específicos que permitan realizar los trasbordos de modo más rápido y seguro. El principal tren de transferencia de carga cruza toda la planta transversalmente, conectando las sub zonas de almacenamiento, corte, desbaste, plegado y ensamblajes. Esto permite tener un rápido acceso del material a cualquiera de estas áreas, agilizando así el proceso y disminuyendo los tiempos de traslado. Los otros dos trenes de transferencia conectan a su vez las sub zonas de maquinado, taladrado y ensamblajes.

- **Aislamiento del área de pintura.**

El área de pintura será completamente aislada con el fin de eliminar cualquier tipo de partícula que contamine la pintura. Dicha área estará dividida en dos, de modo que cada volqueta pueda ser pintada simultánea e independientemente sin que se ocasione salpicado de pintura o polvo.

- **Creación de un área específica para el almacenamiento de la materia prima sobrante.**

Para el almacenamiento de la materia prima sobrante se ha previsto un área para la ubicación de las planchas residuales, que pueden ser reutilizables, y otra para el almacenamiento de la viruta metálica y chatarra.

- **Incremento del área administrativa**

Con el fin de brindar una mayor comodidad al personal administrativo y de atender de mejor forma a las visitas, se propone un incremento del 39 % del área administrativa. Tanto el área destinada a oficinas, sala de reuniones, dispensario médico y servicios higiénicos ha experimentado un aumento.

En la tabla 12 se presenta una matriz de priorización que resume los problemas anteriormente analizados, con sus respectivas consecuencias y soluciones.

En dicha matriz se indica el grado de importancia del problema respectivo.

Tabla 12. Matriz de priorización de problemas

PROBLEMA	IMPORTANCIA	CONSECUENCIA	SOLUCIÓN
Planta actual ubicada en zona residencial	Alta	Malestar en el vecindario y presión de la municipalidad para reubicación	Cambio de ubicación hacia zona clasificada como industrial I3
Áreas de fabricación insuficientes	Alta	Desorden e improvisación en el uso de espacios	Asignación de espacios específicos para la fabricación. Incremento del 19% del área de producción
Capacidad eléctrica instalada insuficiente	Alta	Sobrecarga de transformadores y restricciones al consumo de energía en iluminación y maquinaria	Instalación de cámara de transformación de mayor capacidad
Desorden en el almacenamiento de materia prima y espacio insuficiente	Alta	Demoras en la movilización de la materia prima y espacio insuficiente. Desorden y pérdidas de tiempo	Mejoramiento del almacenamiento y el acceso a la materia prima a través de la creación de espacios adecuados. Incremento del 5% del espacio para almacenamiento
Ubicación incorrecta de maquinaria	Alta	Recorridos excesivos y pérdidas de tiempo por transbordos de carga	Agrupación de la maquinaria según tipo de actividad, disposición lineal y secuencial de la misma
Espacio insuficiente para ensamblaje, sub ensamblaje y montaje. Materiales, cables y equipos en áreas de circulación	Media	Disminución de la productividad. Obstaculización de la circulación y riesgo para el personal	Creación de espacios de almacenamiento temporal para materiales de ensamblaje, sub ensamblaje y montaje. Distribución apropiada de conexiones eléctricas
Espacio insuficiente para el almacenamiento del producto terminado y camiones	Media	Generación de restricciones al ritmo de producción	Incremento de alrededor de un 70% del espacio
Falta de equipo de generación eléctrica de emergencia	Media	Paro de planta en los eventuales cortes de energía	Instalación de generador para la planta
Interrupciones en el trasbordo de carga	Media	Pérdida de tiempo y excesiva manipulación	Eficiencia en los trasbordos de carga de los puentes grúa mediante la creación de trenes de transferencia de carga.
Falta de división interna en el área de pintura	Baja	Entrada de polvo y contaminación del aire con pintura	Aislamiento del área de pintura
Carencia de un área específica para el almacenamiento del material sobrante	Baja	Desorden y dificultad para la reutilización de retazos	Creación de un área específica para el almacenamiento de la materia prima sobrante
Área administrativa insuficiente	Baja	Incomodidad para el personal y atención de visitas	Incremento del área administrativa en un 39%

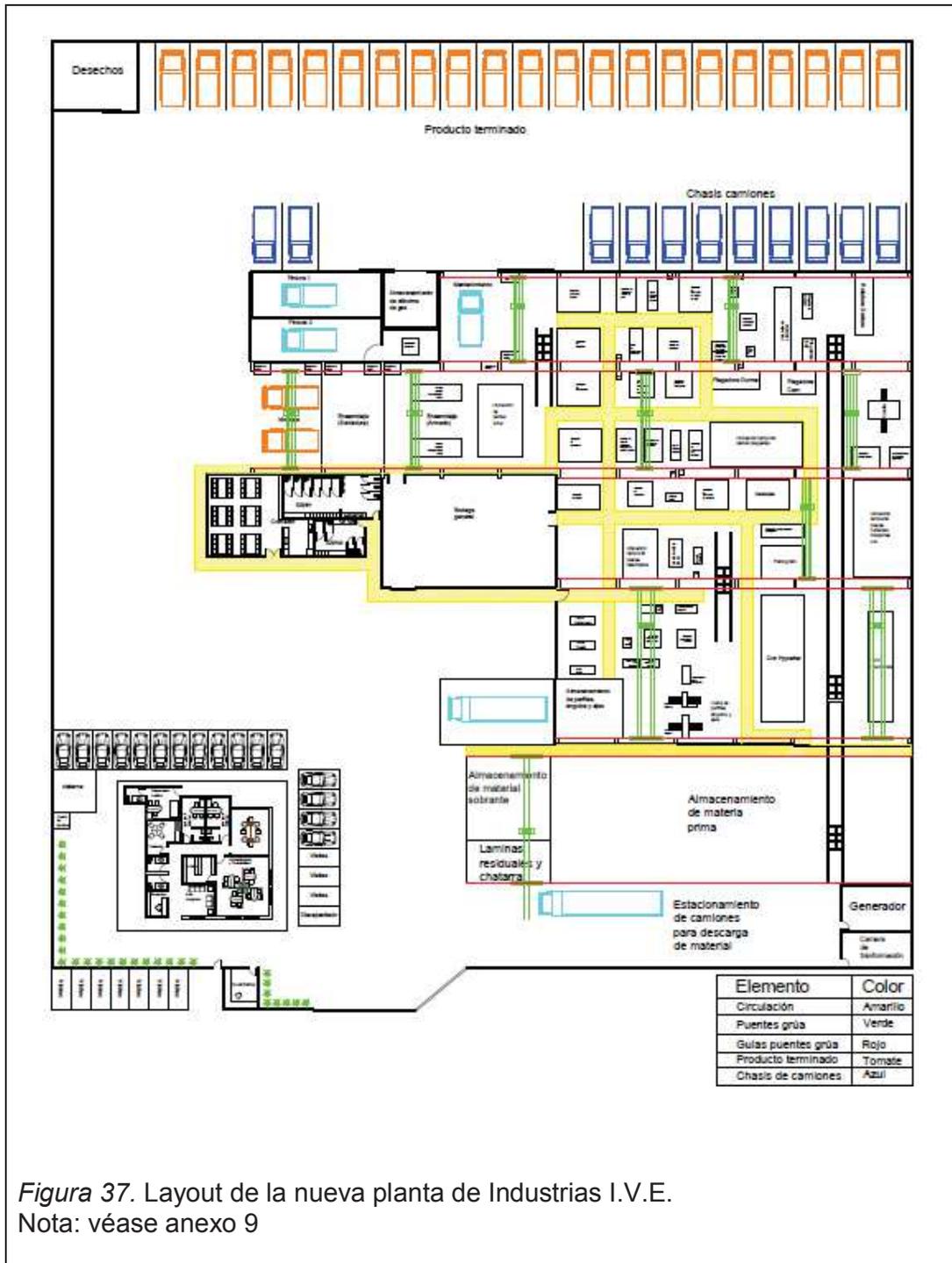
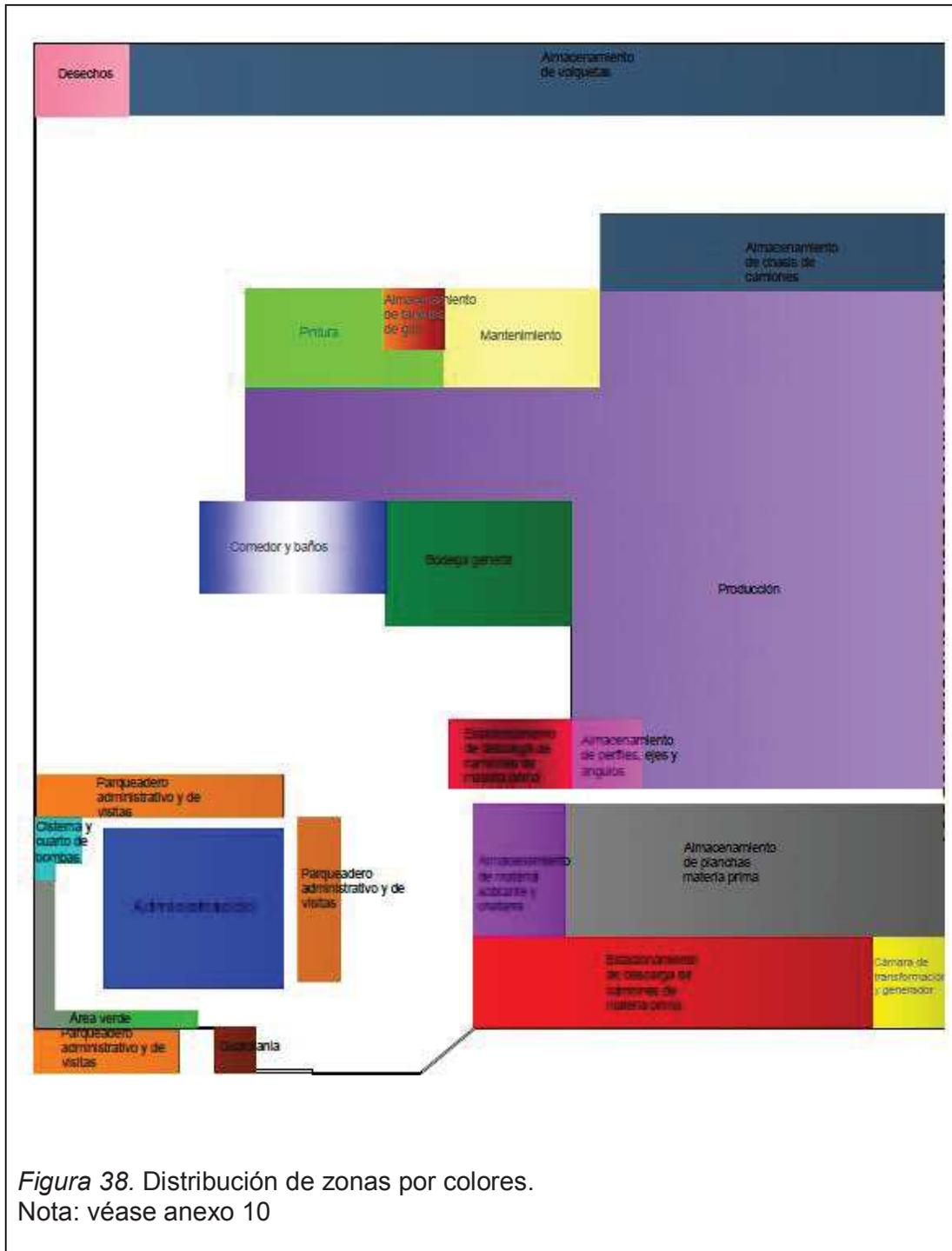


Figura 37. Layout de la nueva planta de Industrias I.V.E.
Nota: véase anexo 9



4.3 Diagramas de flujo y análisis de recorridos

A continuación se presentan los diagramas de flujo y luego una tabla comparativa de las distancias recorridas de las distintas piezas que forman los subproductos allí detallados.

Como se puede apreciar en los diagramas, los flujos siguen una tendencia más lineal, facilitando de este modo los procesos de fabricación de subconjuntos y piezas requeridos para las tolvas de volteo.

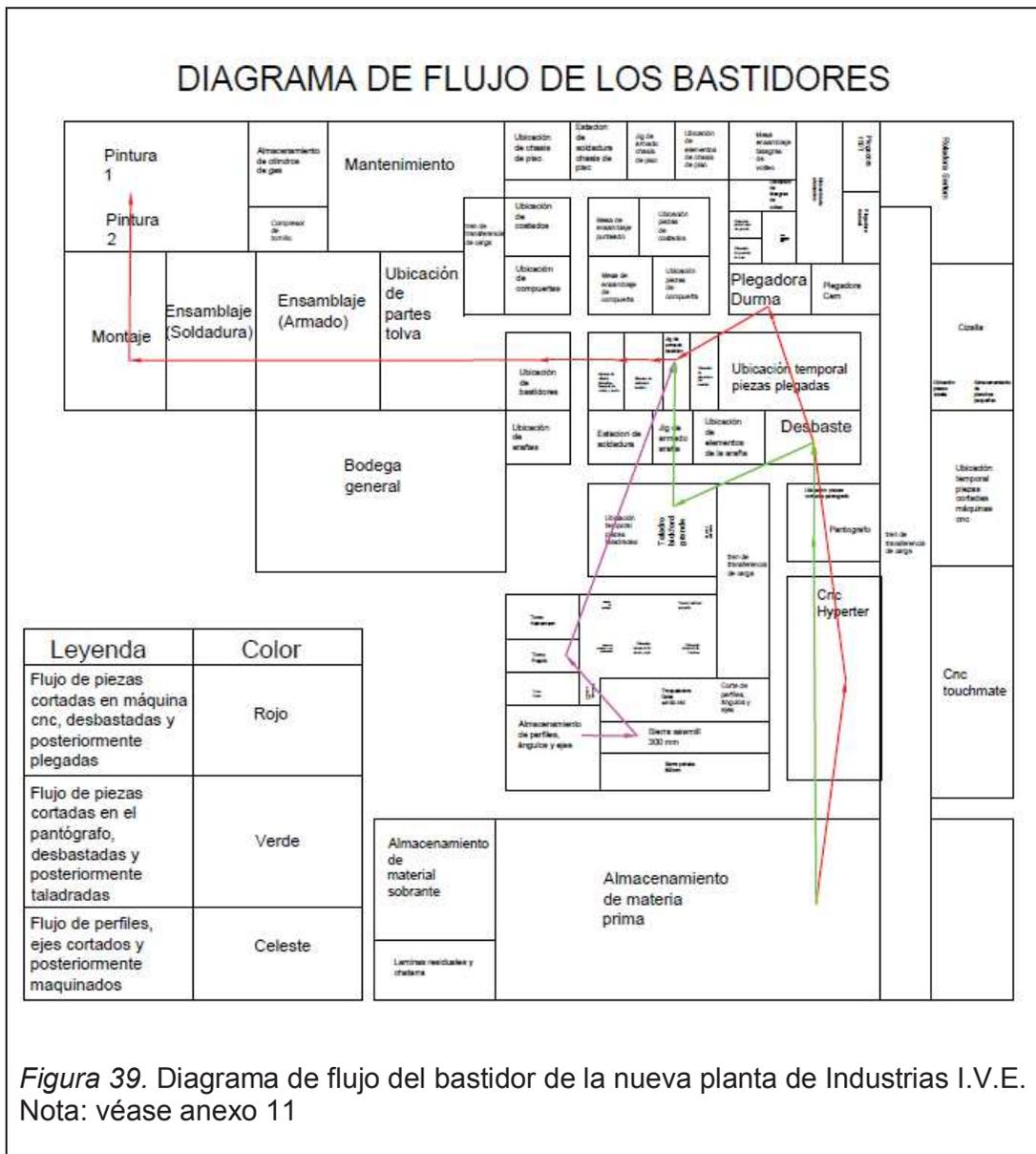


Figura 39. Diagrama de flujo del bastidor de la nueva planta de Industrias I.V.E. Nota: véase anexo 11

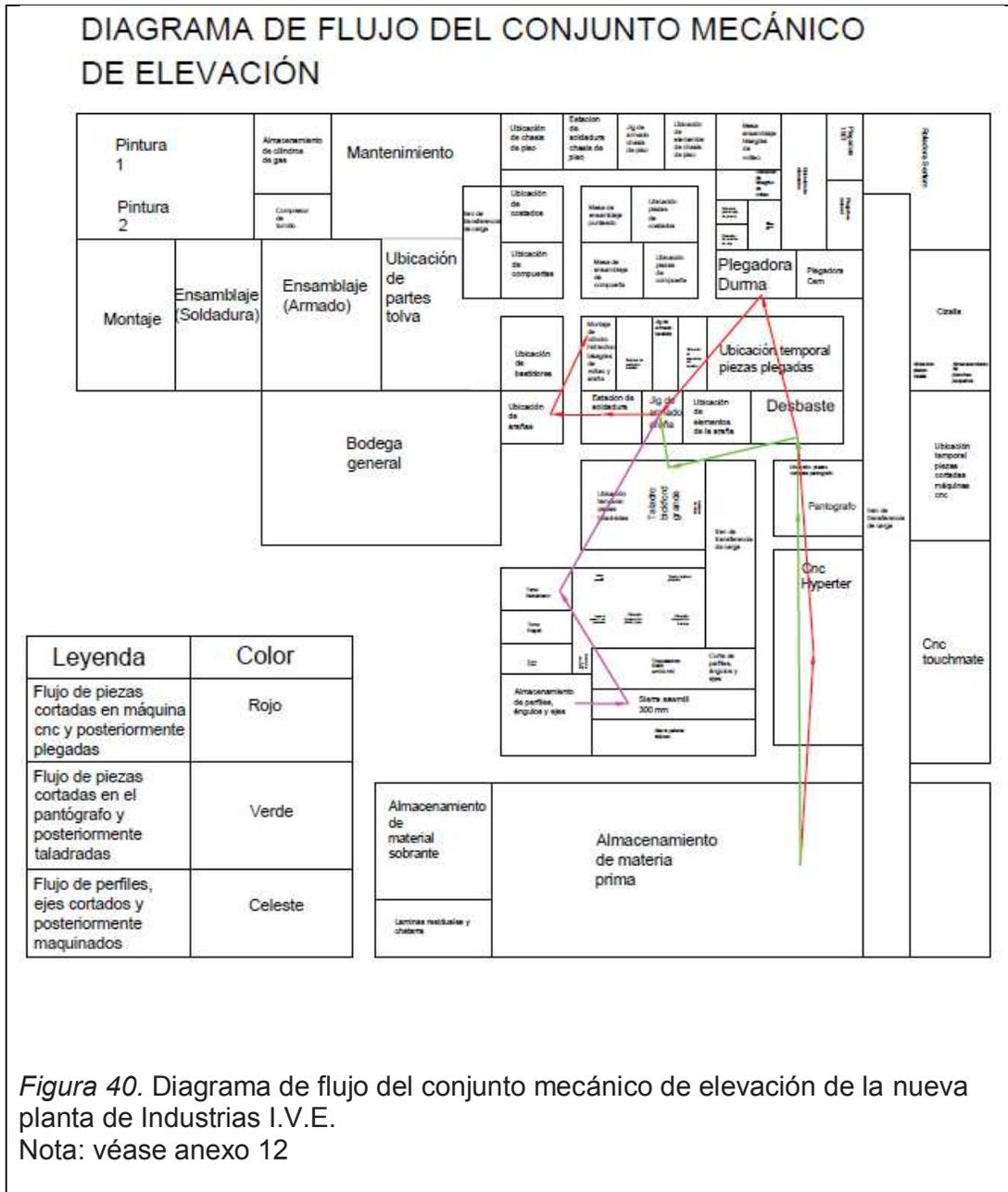


Figura 40. Diagrama de flujo del conjunto mecánico de elevación de la nueva planta de Industrias I.V.E.
 Nota: véase anexo 12

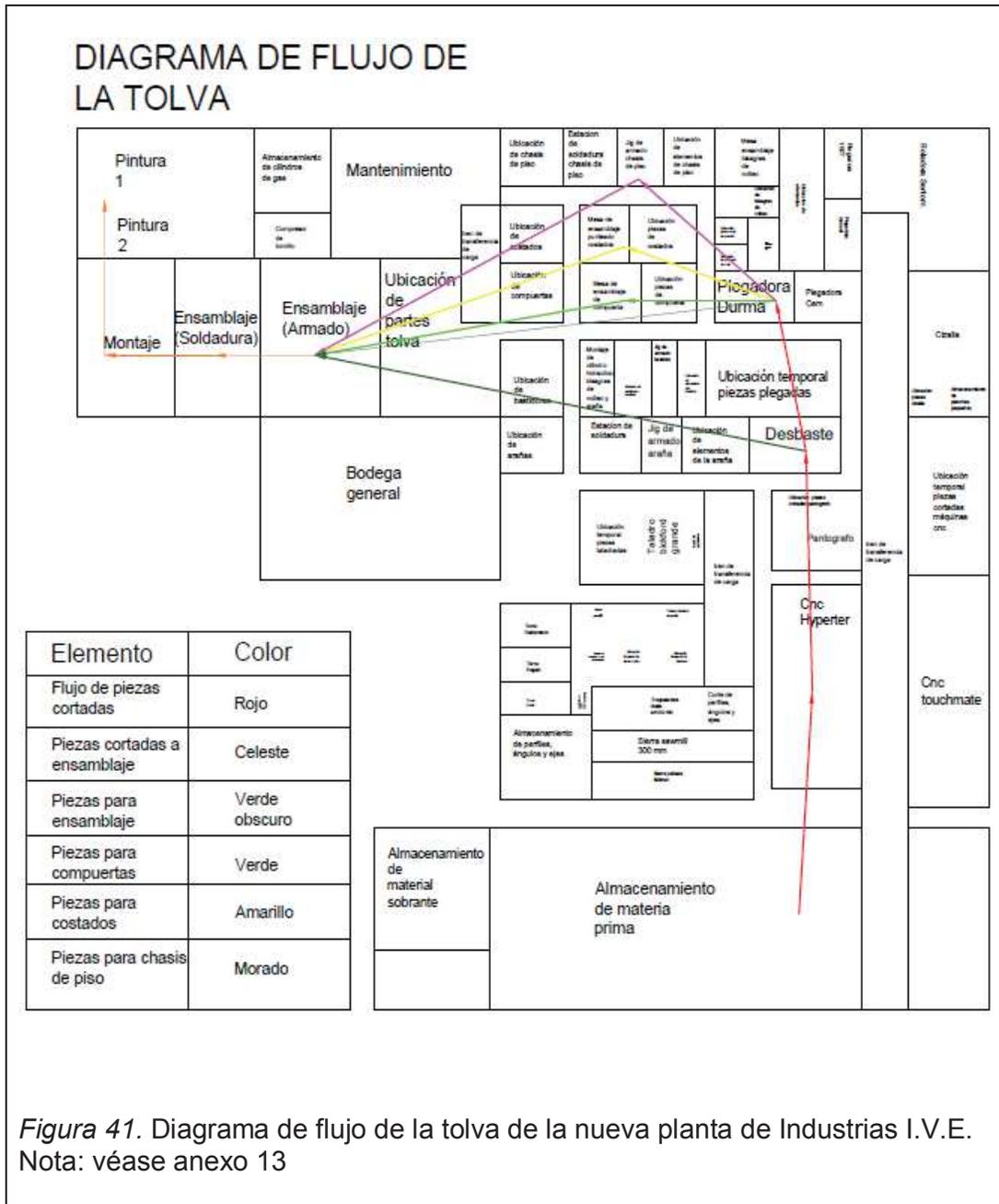


Figura 41. Diagrama de flujo de la tolva de la nueva planta de Industrias I.V.E.
 Nota: véase anexo 13

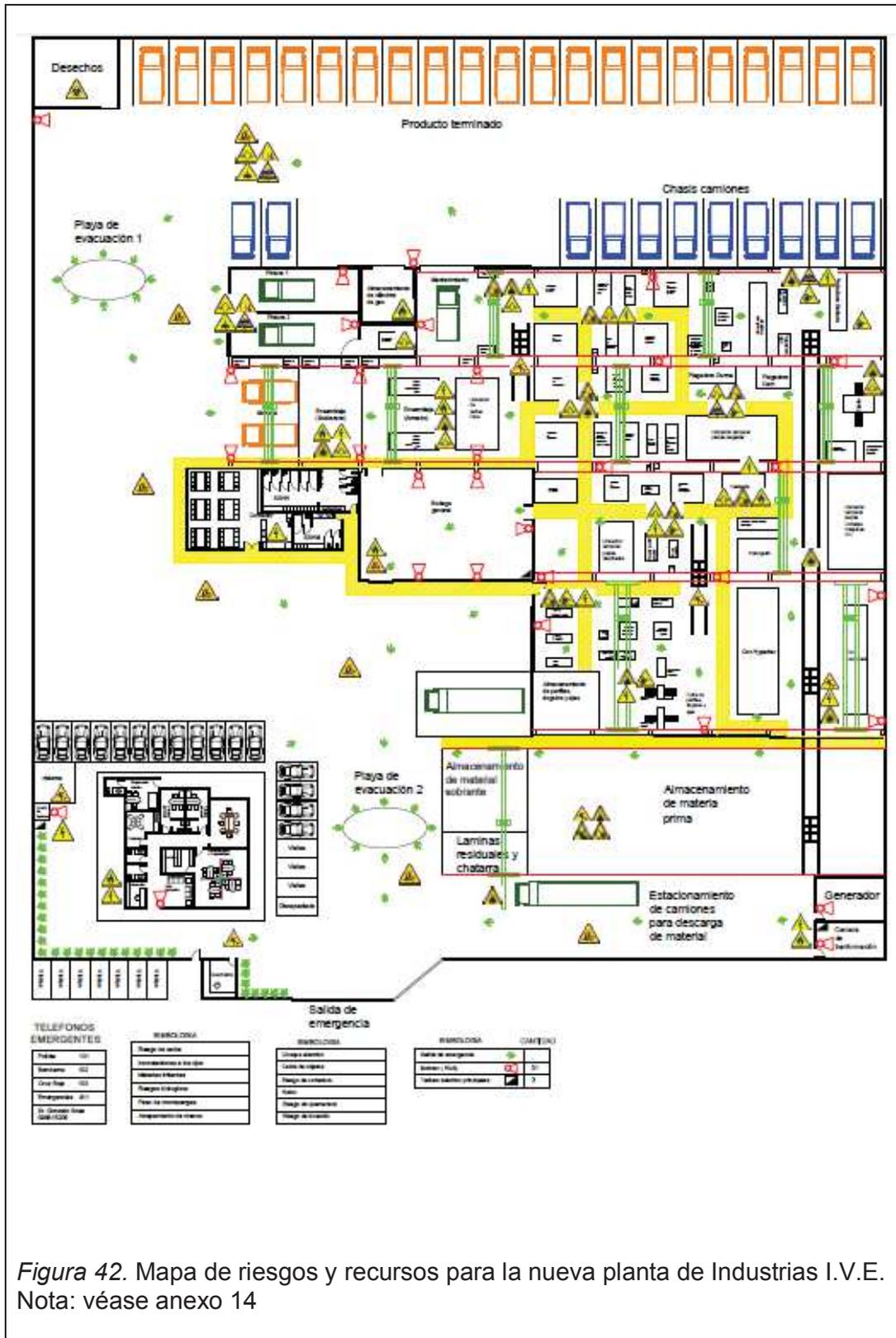


Figura 42. Mapa de riesgos y recursos para la nueva planta de Industrias I.V.E.
 Nota: véase anexo 14

La tabla número 13 compara las distancias que deben recorrer las distintas piezas y partes para formar cada uno de los subproductos: bastidor, conjunto mecánico de elevación y tolva. La comparación de distancias es realizada tanto para la planta actual de Industrias I.V.E como para la nueva planta propuesta, con el fin de demostrar que el nuevo diseño de planta propuesto es completamente funcional y logra sustituir al anterior sin problema. Este nuevo diseño incorpora mejoras que permiten tener un flujo de producción rápido y efectivo. **Con la nueva planta se ha logrado obtener una reducción en los recorridos de las piezas que oscila entre el 24% y el 40% para cada subproducto.** Esta reducción se debe a que el flujo del proceso es más secuencial debido a que la disposición de las máquinas facilita una producción más lineal y ordenada. Al tener los flujos de producción una tendencia más lineal, las piezas no tienen que ser desplazadas de un lado a otro o pasando por un mismo punto varias veces.

Tabla 13. Distancias totales recorridas de los elementos para formar cada subproducto

RECORRIDOS	PLANTA ACTUAL (M)	NUEVA PLANTA (M)	REDUCCIÓN DE RECORRIDOS (M)	VARIACIÓN PORCENTUAL
Bastidor	497	376	121	24%
Conjunto mecánico de elevación	303	226	76	25%
Tolva de volteo	522	312	210	40%

Tal como se evidencia en dicha tabla 6, la producción de la tolva es la que requiere mayor cantidad de tiempo. El proceso de producción de la tolva de volteo consta de varias etapas: producción de piezas, armado, ensamblaje y montaje. Se ha identificado que la ruta crítica pasa por el proceso de armado y ensamblaje, ya que la planta actual dispone únicamente de una sola mesa matriz para dicho objetivo por razones de espacio. A esto se añade que los procesos de armado y ensamblaje, por sus características, requieren de mayor tiempo.

En la nueva planta al crear una segunda línea para el armado y ensamblaje, se logra reducir el tiempo de producción, lo cual permite duplicar la capacidad de producción y atender la demanda proyectada para los próximos 10 años. Véase tabla 16.

5. CAPÍTULO V. Análisis Económico

El presente capítulo trata sobre el análisis económico y pretende determinar la factibilidad financiera para la reubicación de la planta. Como se ha mencionado anteriormente, los principales motivos para la reubicación de la planta actual son: el cumplimiento de la normativa de zonificación para el uso de suelo y la necesidad de aumentar la capacidad productiva de la planta con la finalidad de lograr atender la demanda creciente de volquetas.

Con el fin de analizar la rentabilidad del proyecto de la nueva planta, se ha previsto considerar un período de 10 años, puesto que la inversión inicial es significativa, dentro de dicho período se desea obtener la rentabilidad mínima exigida por los accionistas de la empresa. Dentro de este análisis se han tenido en cuenta las siguientes premisas:

- La demanda ha sido proyectada en forma lineal (tabla 16) a partir de datos históricos proporcionados por la Gerencia de la planta. El crecimiento anual de unidades vendidas es de alrededor de un 4%.
- La fuente de información sobre las inversiones (tabla 17) (construcción, desmontaje, montaje, etc), costos fijos (tabla 19) (mano de obra, mantenimiento, servicios básicos, etc) y costos variables (tabla 20) (materias primas, insumos, etc) ha sido extraída de la Cámara de Construcción de Quito y de la gerencia de la planta de Industrias I.V.E.
- Todos los valores relacionados con las ventas y costos de venta han sido indexados con una inflación anual estimada de un 4%. Dicho valor de inflación se estableció en base a datos históricos obtenidos del Banco Central del Ecuador.
- Los gastos relacionados con la mano de obra han sido calculados de forma creciente y proporcional a la variación de las unidades producidas. Si bien ante un crecimiento anual de producción, muchas veces se puede seguir trabajando con el mismo número de personas, por lo que se ha hecho una simplificación en el cálculo del

requerimiento y costo de mano de obra, estimándola en la misma proporción en que crece la producción anual.

- Para efectos de cálculos y representación, el incremento de los gastos relacionados con los servicios básicos se han calculado de forma proporcional a la variación de las unidades producidas.
- El capital de inversión necesario está constituido por: capital propio (65%) y préstamo bancario (35%) (tabla18).
- El préstamo bancario está garantizado con el terreno de la planta actual. Una vez que la nueva planta sea construida se procede a la venta del terreno, y con ello se cancela el crédito.

A continuación se realiza un estudio comparativo del proyecto de reubicación versus la situación de la planta actual, con el fin de analizar la rentabilidad financiera del mismo. Con este fin se presentan los siguientes escenarios:

- a) El primer análisis económico (anexo 15) se realizó suponiendo que la reubicación de la planta se lleva a cabo. En este primer caso de se evidencia que existe un crecimiento de las ventas (tabla 16) y la fábrica tiene la capacidad de cubrir dicha demanda. El monto del capital requerido para el proyecto (tabla 17) es de 2.013.535 dólares. Este monto es cubierto por medio de: capital propio (65%) y préstamo bancario (35%) (tabla 18). El valor correspondiente a la compra del nuevo terreno es de 677,640 dólares. El valor restante a pagar del préstamo bancario es cubierto con la venta terreno de la planta actual al cabo del primer año. Este primer análisis nos muestra los siguientes resultados:

Tabla 14. Resultado económico del proyecto para su reubicación

TIR DEL PROYECTO	49.40%
VAN (Tasa de descuento 16%)	\$ 2.923.452
PAYBACK	A partir del segundo año

El análisis que se ha llevado a cabo no es una evaluación clásica de un proyecto (lanzar una nueva empresa), sino más bien la constatación de la rentabilidad residual del negocio tras haber realizado su reubicación. Lo que realmente hay que analizar es la rentabilidad del proyecto incremental (comparando los flujos producidos con el proyecto de reubicación y los flujos producidos sin el proyecto de reubicación).

- b) El segundo análisis (anexo 16) se realizó en la hipótesis de que la planta continuara funcionando en su ubicación actual. Para este caso la cantidad de unidades producidas anualmente permanece constante, sin ningún crecimiento, ya que la planta se encuentra actualmente al límite de su capacidad. No existen inversiones. La cantidad límite de producción de la planta actual es de 312 unidades. Esta cifra corresponde a la proyección de producción para el 2013. No existe la posibilidad de crear un segundo turno, ya que al estar inmersa en una zona residencial, se generarían serios inconvenientes a causa del ruido que la fabricación de las tolvas conlleva. Los resultados de este segundo análisis son los siguientes:

Tabla 15. Resultado económico del proyecto sin reubicación

VP (Tasa de descuento del 16%)	\$ 2,630,055
--------------------------------	--------------

- c) Comparando los dos escenarios desde un punto de vista financiero (anexo 17), la tasa interna de retorno (TIR) incremental del proyecto (escenario 1 menos escenario 2) es ligeramente superior (18.94%) a la tasa mínima actual de rendimiento (TMAR 16%). Se concluye por lo tanto desde un punto de vista financiero que el proyecto de reubicación garantiza una rentabilidad superior a la mínima esperada por el inversionista. El payback del proyecto incremental es de 6 años.

Tabla 16. Histórico y proyección de ventas (10 años)

AÑO	HISTORICO (VERDE) Y PROYECCIÓN DE VENTAS (AMARILLO)	VARIACIÓN	TASA DE INCREMENTO ANUAL
2008	240		
2009	250	10.00	4%
2010	265	15.00	6%
2011	278	13.00	5%
2012	300	22.00	8%
2013	312	12.00	4%
2014	326	14.47	5%
2015	341	14.94	5%
2016	356	14.94	4%
2017	371	14.94	4%
2018	386	14.94	4%
2019	401	14.94	4%
2020	416	14.94	4%
2021	431	14.94	4%
2022	446	14.94	3%
2023	461	14.94	3%

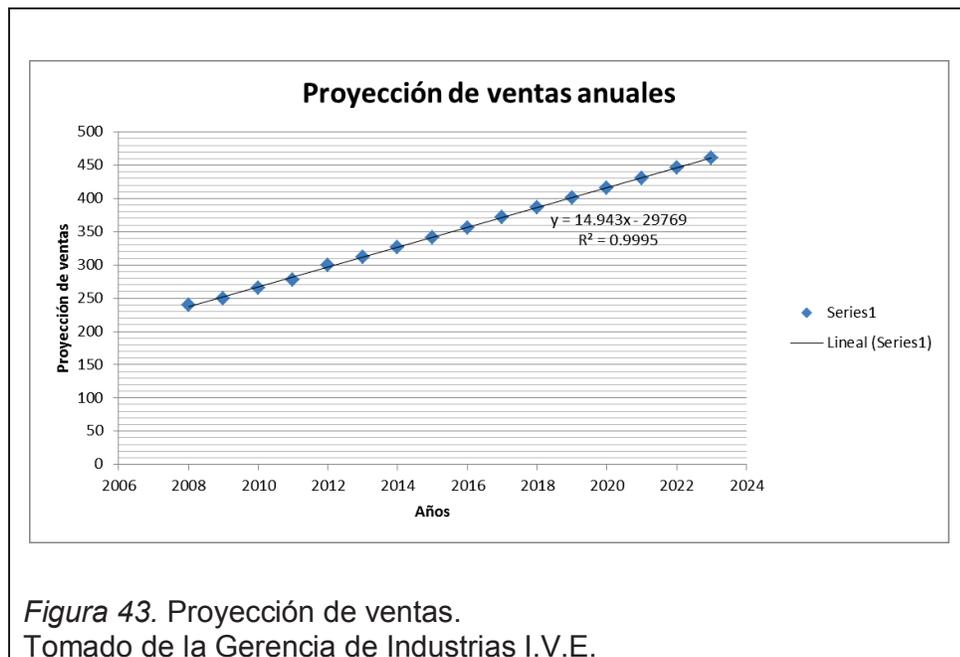


Tabla 17. Inversiones requeridas para el proyecto de reubicación de la planta

	INVERSIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR INDIVIDUAL	VALOR TOTAL	
INFRAESTRUCTURA BÁSICA	Terreno no urbanizado	11294	m2	\$ 60.00		\$ 677,640.00	
	Cerramiento	430	ml	\$ 35.00		\$ 15,050.00	
	Gastos de escrituración	11294	m2	\$ 2.40		\$ 27,105.60	
	Construcción Galpón 1 (9m)	780	m2	\$ 200.00		\$ 156,000.00	
	Construcción Galpón 2 (9m)	552	m2	\$ 200.00		\$ 110,400.00	
	Construcción Galpón 3 (9m)	1825	m2	\$ 200.00		\$ 365,000.00	
	Construcción de bodega general y área de servicio del personal	289	m2	\$ 250.00		\$ 72,250.00	
	Construcción edificio administrativo	223	m2	\$ 300.00		\$ 66,900.00	
	Construcción cuarto de almacenamiento de desechos	84	m2	\$ 150.00		\$ 12,600.00	
	Construcción de cisterna y cuarto de bombas edificio administrativo	18	m3	\$ 192.00		\$ 3,456.00	
	Construcción de guardiana	20	m2	\$ 200.00		\$ 4,000.00	
	Camara de transformación (350-400 Kva)	1	unidad	\$45,000.00		\$ 45,000.00	
	Generador eléctrico de emergencia (250 Kva)	1	unidad	\$49,000.00		\$ 49,000.00	
	Instalaciones eléctricas de planta tomas 220 V	50	unidad	\$ 68.00		\$ 3,400.00	
	Instalaciones eléctricas de planta tomas 110 V	100	unidad	\$ 40.50		\$ 4,050.00	
	Instalaciones eléctricas trifasicas puentes grúa	10	unidad	\$ 80.00		\$ 800.00	
	Instalaciones eléctricas de administración tomas 110 V	34	unidad	\$ 40.50		\$ 1,377.00	
	Iluminación de planta	100	unidad	\$ 80.00		\$ 8,000.00	
	Iluminación administración	13	unidad	\$ 58.00		\$ 754.00	
	Iluminación de emergencia	60	unidad	\$ 65.50		\$ 3,930.00	
	Instalaciones hidrosanitarias	1	Global			\$ 4,180.00	
	Puntos de salida 1/2	30	Punto	\$ 42.00	\$ 1,260.00		
	Urinarios	3	unidad	\$ 100.00	\$ 300.00		
	Inodoros	10	unidad	\$ 100.00	\$ 1,000.00		
	Lavamanos	10	unidad	\$ 100.00	\$ 1,000.00		
	Lavamanos cocina	2	unidad	\$ 150.00	\$ 300.00		
	Duchas	4	unidad	\$ 80.00	\$ 320.00		
	Instalación de red de alcantarillado	1	Global	\$ 30,000.00		\$ 30,000.00	
	Instalaciones telefonicas	10	unidad	\$ 90.00		\$ 900.00	
	Instalaciones de voz, datos y cctv	1	Global			\$ 4,382.00	
	Portero electrico	1	unidad	\$ 246.00	\$ 246.00		
	Instalación de sirena de entrada y salida	3	unidad	\$ 52.00	\$ 156.00		
	Control de asistencia de personal	1	unidad	\$ 500.00	\$ 500.00		
	Camáras	24	unidad	\$ 100.00	\$ 2,400.00		
	Television	2	unidad	\$ 540.00	\$ 1,080.00		
	Instalación de líneas de aire comprimido	20	Punto	\$ 50.00		\$ 1,000.00	
	Vías, estacionamientos, aceras y bordillos	6300	m2	\$ 50.00		\$ 315,000.00	
	EQUIPAMIENTO DE PLANTA	Traslado y montaje de maquinaria					\$ 35,260.00
		Desmontaje	1600	horas/h ombre	\$ 5.63	\$ 9,000.00	
		Transporte	30	viaje	\$ 350.00	\$ 10,500.00	
Montaje		2000	horas/h ombre	\$ 5.63	\$ 11,260.00		
Grúa		30	horas	\$ 150.00	\$ 4,500.00		
Mesa matriz de ensamblaje		1	unidad	\$ 1,000.00		\$ 1,000.00	
Trenes de transferencia de carga		1	Global			\$ 8,240.00	
Rieles		88	m	\$ 80.00	\$ 7,040.00		
Trenes		4	unidad	\$ 300.00	\$ 1,200.00		
Equipamiento de oficinas (mobiliario)		1	unidad	\$ 15,000.00		\$ 15,000.00	
Extintores de incendio		31	unidad	\$ 60.00		\$ 1,860.00	
					TOTAL	\$ 2,043,535	

Tabla 18. Préstamo bancario y capital propio

Área actual m2	8500
Valor \$/m2	120
Valor venta de terreno	\$ 1,020,000
Prestamo (35%) de la inversión	\$ 714,000
Capital propio (65%) de la inversión	\$ 1,329,535

Tabla 19. Costos fijos

COSTOS FIJOS		CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR TOTAL ANUAL
COSTOS FIJOS COMPROMETIDOS	Depreciación de las inversiones	1	TOTAL	\$ 70,567.60	\$ 70,567.60	\$ 70,567.60
	Depreciación de la maquinaria	1	TOTAL	\$ 33,356.09	\$ 33,356.09	\$ 33,356.09
	Depreciación de equipos de oficina	1	TOTAL	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00	\$ 1,500.00
COSTOS FIJOS DE OPERACIÓN	Alquiler de terreno	966	m2	\$ 2.00	\$ 1,932.00	\$ 23,184.00
	Mantenimiento de maquinaria	1	TOTAL	\$ 40,000.00	\$ 40,000.00	\$ 40,000.00
	Mantenimiento de equipos de soldar	34	UNIDAD	\$ 100.00	\$ 3,400.00	\$ 3,400.00
	Servicios basicos	1	TOTAL	\$ 2,600.00	\$ 2,600.00	\$ 31,200.00
	Salario gerencia y personal administrativo	10	PERSONA	\$ 3,000.00	\$ 30,000.00	\$ 360,000.00
	Salario personal de planta	30	PERSONA	\$ 950.00	\$ 28,500.00	\$ 342,000.00
	Suministros de administración	1	UNIDAD	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 3,600.00
	Suministros de limpieza	1	UNIDAD	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 3,600.00
	Equipo de protección personal	30	PERSONA	\$ 300.00	\$ 9,000.00	\$ 9,000.00
	Mantenimiento de jardineras	1	PERSONA	\$ 100.00	\$ 100.00	\$ 1,200.00
	Seguridad	1	TOTAL	\$ 2,600.00	\$ 2,600.00	\$ 2,600.00
	Impuestos	1	TOTAL	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00	\$ 5,000.00
	Gestores de desechos	1	TOTAL	\$ 300.00	\$ 300.00	\$ 3,600.00
	Servicio de alimentación del personal	40	PERSONA	\$ 2.00	\$ 1,760.00	\$ 21,120.00
	COSTOS FIJOS PROGRAMADOS	Capacitación del personal	1	TOTAL	\$ 200.00	\$ 200.00

Tabla 20. Costos variables (unidad)

COSTOS VARIABLES	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Plachas y perfiles de acero	2000	kg	\$ 1.10	\$ 2,200.00
Insumos varios	1	Total	\$ 250.00	\$ 250.00
Cilindros hidráulicos	1	Unidad	\$ 800.00	\$ 800.00
Tomas de fuerza	1	Unidad	\$ 700.00	\$ 700.00
Acoples y mangueras	1	Unidad	\$ 300.00	\$ 300.00
Seguros para compuerta	2	Unidad	\$ 80.00	\$ 160.00
Aceite hidraulico	1	Gal	\$ 10.00	\$ 10.00
Bonificación del personal por unidad producida	30	Personas	\$ 3.45	\$ 103.50
Cilindros de gas: Argón, CO2	3	Número de cargas	\$ 27.45	\$ 82.35
Alambre para soldar (1.2mm, 15kg)	45	kg	\$ 2.50	\$ 112.50
Pintura acabado	5	Gal	\$ 20.00	\$ 100.00
			TOTAL	\$ 4,818.35

6. CAPÍTULO VI. Conclusiones y recomendaciones

Las conclusiones y recomendaciones que se exponen a continuación se alinean con los objetivos del presente trabajo de titulación, según los cuales se trata de: determinar una nueva ubicación de la planta que ofrezca la logística requerida y satisfaga las necesidades de la empresa; levantar los procesos productivos actuales; diseñar la nueva planta de manera que se mejoren los procesos existentes y determinar la factibilidad de su reubicación y expansión a través del análisis económico respectivo.

6.1. Conclusiones

Ubicación geográfica

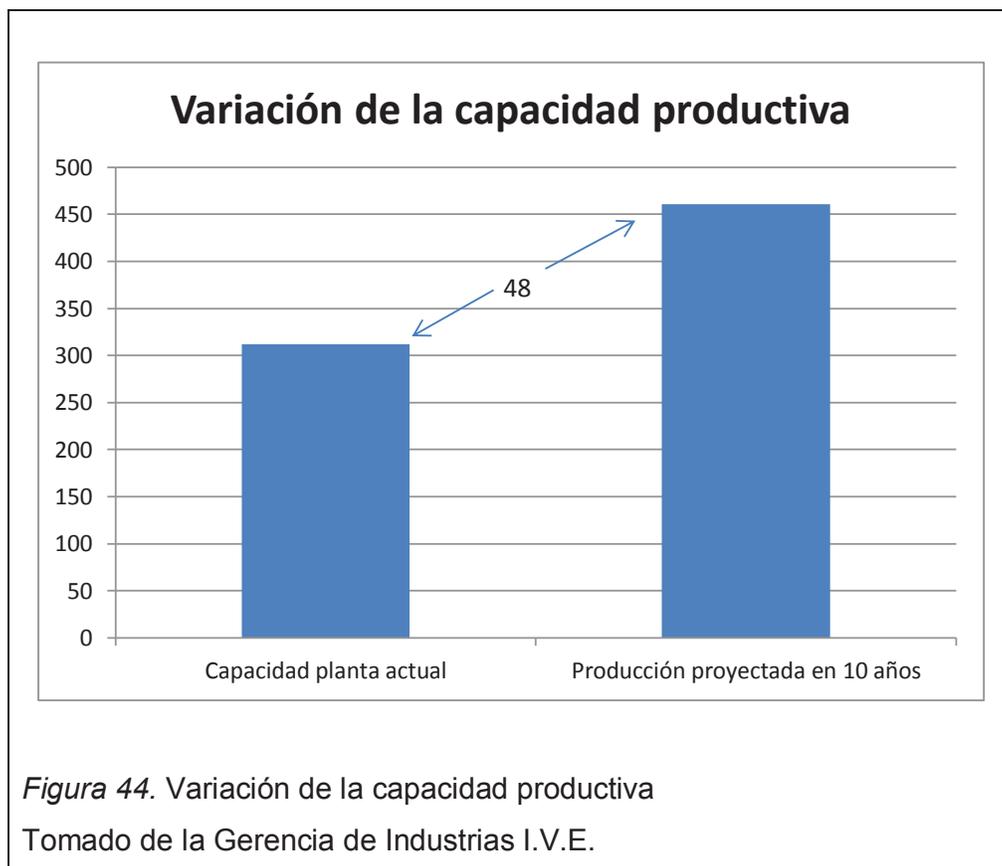
- La ubicación de la nueva planta se encontrará dentro del sector industrial de Amaguaña, ya que dicha zona cuenta con todos los servicios básicos necesarios instalados para el funcionamiento de una industria. Un punto importante atribuible a este sector es la disponibilidad de transporte público, la cual brinda al personal un rápido acceso a la planta. Las vías de acceso a esta zona y la disponibilidad de transporte de carga pesada rápida y eficiente, facilitan las cadenas de abastecimiento y distribución acorde a la logística que la planta requiere. El sector cuenta también con el servicio de la recolección de desechos.

Procesos

- El presente diseño logra un flujo más rápido, eficiente y lineal en la producción, lo que incide positivamente en la productividad y competitividad de la empresa.

A través del estudio de tiempos, se calculó el total de horas que requiere la fabricación de una unidad, el mismo que asciende a 97 horas. El estudio posibilitó además la identificación de aquellas actividades que requieren mayor tiempo en el proceso de producción, generando cuellos de botella y falta de agilidad en la producción. Gracias a lo constatado en este estudio, se hace posible la prevención de problemas y la reducción de tiempos.

En el gráfico a continuación se muestra el incremento de la capacidad de producción. Se compara la producción máxima de la planta actual versus la producción anual proyectada de la nueva planta al cabo de 10 años. El incremento es del 48%.



Diseño de la nueva planta

- El layout realizado sigue un tipo de distribución por producto, para el que se plantea un flujo de los procesos de forma lineal y secuencial. De este modo se logra una reducción de costos, tiempos, manipulaciones y optimización de recorridos (reducción del 24% al 40%)

El diseño propuesto aumenta el área de estacionamiento para clientes y visitas e incrementa el espacio del área administrativa en un 39% para una mejor funcionalidad y atención. Crea y amplía espacios para el almacenamiento temporal y permanente de materia prima, partes y producto terminado.

Análisis económico

- A partir de la información proporcionada por la empresa sobre las proyecciones de la demanda, es perfectamente viable y rentable la reubicación de la empresa. Desde un punto de vista financiero, el proyecto de reubicación garantiza una rentabilidad superior a la mínima esperada por el inversionista. La rentabilidad comparada de la nueva planta es un 18.94% mayor a la de la planta actual.

6.2. Recomendaciones

Ubicación de la nueva planta

- Se debe planificar y gestionar con anticipación el cambio de planta, empezando por la búsqueda y adquisición del terreno, caso contrario la empresa podría verse abocada a tomar decisiones precipitadas e inconvenientes. Es necesaria la pronta reubicación de la planta de manera planificada, para evitar improvisaciones o costos adicionales, e incluso sanciones.

Dado que la ubicación más idónea para una planta de estas características se debe hallar en una zona industrial, según la Ordenanza de Zonificación No. 0031 del Concejo Metropolitano de Quito, se recomienda, en base al estudio de localización analizado en el capítulo 3 del presente trabajo, considerar la zona industrial situada en la parroquia de Amaguaña.

La decisión acerca de la localización de la planta debe cerciorarse de la zonificación correspondiente, de manera de no sufrir eventuales cambios a corto o mediano plazo. Al momento de definir la reubicación de la planta, habrá que considerar que es de suma importancia que el terreno en cuestión cuente con los servicios básicos disponibles y con las características de suelo y clima requeridas. Dicha ubicación conviene que sea cercana a las vías principales, con la finalidad de facilitar el acceso a los clientes, personal y proveedores.

Procesos

- Para el buen funcionamiento de la planta se recomienda mantener una buena organización de todas las áreas de trabajo, con la finalidad de

lograr un rendimiento más efectivo, sin pérdidas de tiempo y, en lo posible carente de riesgos.

Se recomienda analizar la posibilidad de reemplazar algunos equipos que ya han cumplido su vida útil. Con ocasión de la reubicación se podría aprovechar su renovación.

Diseño de la nueva planta

- Se recomienda que la empresa tome como base el diseño propuesto, pudiendo realizar algunos cambios o ajustes que consideren mejores soluciones a la propuesta. Si bien pueden existir un sinnúmero de alternativas en la distribución de una planta, el presente trabajo puede ser tomado en cuenta como punto de partida para el diseño definitivo.

Análisis económico

- Para financiar el cambio se propone acceder en parte a un crédito bancario y para el resto recurrir a recursos propios o capital fresco de los accionistas. Con la venta posterior del terreno se cancelaría la deuda contraída.

Referencias

- Álvarez, J., Lucas, M., Martínez, J., Madrigal, S., Orellana, L., y Ruíz T., (2006). La Enciclopedia del Estudiante. *Historia Universal*. (1a.ed. Tomo 2). Buenos Aires, Argentina: Santillana.
- Becerra, H. (1998). Edades Antigua y Media. *Historia Universal 1* (4a. ed.). Quito, Ecuador: Edimpres S.A.
- Diario El Comercio. (2013). *Nuevo parque para empresas en Itulcachi*. Recuperado el 12 de julio de 2013 de http://www.elcomercio.ec/quito/empresas-Parque_Industrial_Quito-Itulcachi-Pifo-uito_0_898710127.html.
- Escuela Politécnica de Ingeniería de Gijón. (s.f.). *Organización de Empresas Industriales*. Recuperado el 28 de marzo 2013 de http://gio.uniovi.es/documentos/asignaturas/descargas/Layout_Teoría.pdf
- García, D. y Quesada, F. (2005). *Distribución en planta*. (1a.ed.). Oviedo, España: Ediciones de la Universidad de Oviedo.
- Industrias de Volquetas Ecuatorianas (I.V.E.). (2010). *Plan Estratégico 2010-2015*. (p.1). Ecuador.
- Líderes. (25 de marzo del 2013). *Tres parques industriales para Quito*. Quito, Ecuador.
- Manzueta, J. (2013) *Especificaciones del acero A36*. Recuperado el 10 de abril 2013 de <http://www.arqhys.com/arquitectura/aceros-estructurales-modernos.html>
- Pacheco, M. (2013). *La reubicación industrial demora*. Recuperado el 12 de julio de 2013 de http://www.elcomercio.ec/quito/reubicacion-industrial-demora-quito-produccion-empresas_0_893910602.html
- Salas, J. (2013). *Tipos básicos de distribución de planta*. Recuperado el 31 de mayo del 2013 de http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/indata/v01_n2/tipos.htm

Universidad de Castilla-La Mancha. (2013). *Distribución en planta*. Recuperado el 5 de marzo del 2013 de http://www.uclm.es/area/ing_rural/Asignatura/Proyectos/Tema5.pdf

ANEXOS

Anexos

1. Estudio de tiempos de fabricación
2. Planta actual de Industrias I.V.E
3. Diagrama de flujo para la fabricación de la tolva de volteo
4. Diagrama de flujo para la fabricación de los bastidores
5. Diagrama de flujo para la fabricación del conjunto mecánico de elevación
6. Mapa de riesgos y recursos de la planta actual de Industrias I.V.E
7. Estudio del consumo eléctrico de las máquinas y equipos
8. Cuadro de definición de zonas
9. Nueva planta de Industrias I.V.E
10. Distribución de zonas de la nueva planta por colores
11. Diagrama de flujo de la tolva de la nueva planta de Industrias I.V.E
12. Diagrama de flujo del bastidor de la nueva planta de Industrias I.V.E
13. Diagrama de flujo del conjunto mecánico de elevación de la nueva planta de Industrias I.V.E
14. Mapa de riesgos y recursos para la nueva planta de Industrias I.V.E
15. Análisis económico del proyecto (con reubicación)
16. Análisis económico del proyecto (sin reubicación)
17. Análisis económico comparativo del proyecto (con-sin)

Anexo 1

Estudio de tiempos de fabricación

COORDINACION	PIEZA	CANTIDAD/VELOCIDAD	ACTIVIDAD	MAQUINA	PERSONAL	CICLOS										TIEMPO OBSERVADO (MIN)			VARIACION			TIEMPO ESTANDAR (MIN)										
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Tempo Total	Tempo Medio de Ciclo	Desviacion Estandar	Limite Superior	Limite Inferior	Promedio	Utilidad	Eficiencia	Total Variacion	Tempo Basico	Coefficiente de Variacion	Presencia/ausencia	Tempo Estandar/Unidad	Tempo de Ciclo			
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5			
51.1.1	Larguero 1 m	2	Cortar	Serrucho banda 300 mm	1	11.9	14.1	14.7	14.9	11.1	11.0	13.7	15.0	11.4	11.0	145.5	14.55	0.07	11.52	13.58	14.12	-0.10	0.00	0.00	11.07	1.21	1.00	16.08	16.08			
51.1.2	Larguero 85 cm	2	Cortar	Serrucho banda 300 mm	1	5.4	6.4	6.0	5.2	5.7	5.8	5.3	5.5	5.0	5.4	5.4	5.4	0.32	0.76	5.12	5.42	-0.10	0.00	0.00	4.88	1.22	1.00	5.95	22.03			
51.1.3	Larguero 3.65 m	2	Cortar	Opicoma M2	1	15.5	16.1	15.5	15.4	15.1	15.6	16.2	16.0	15.6	15.4	15.4	20.4	15.29	0.19	17.83	19.26	20.48	-0.08	0.00	0.00	13.1	21.19	1.25	1.00	28.04	40.07	
51.2	Refuerzo de alfileros	2	Cortar	Amoladora	2	7.1	7.7	7.5	7.4	6.4	7.1	6.7	7.1	6.7	7.1	7.7	7.1	0.34	0.51	6.84	7.36	-0.03	0.00	0.00	5.08	1.34	1.20	1.00	9.49	60.46		
51.2.1	Ude cilindro de alfileros	2	Cortar	CNC	2	2.1	2.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	0.21	0.30	2.00	2.26	-0.11	0.00	0.00	1.38	1.29	1.00	4.04	70.21			
51.2.2	Ude cilindro de alfileros	2	Desbastar	Amoladora	1	1.3	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.4	4.2	3.0	4.4	4.0	4.0	0.25	0.25	4.25	3.75	4.11	-0.03	0.00	0.00	4.25	1.25	1.00	5.52	80.56		
51.2.3	Ude cilindro de alfileros	2	Plugar	CNC	2	2.1	2.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	0.21	0.30	2.00	2.26	-0.11	0.00	0.00	1.38	1.29	1.00	4.04	70.21			
51.2.4	Croquis de compuerta	1	Cortar	CNC	2	3.1	3.4	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	0.21	0.30	3.00	3.52	3.80	-0.11	0.00	0.00	4.52	1.24	1.00	5.61	89.47		
51.2.5	Tapa u de cilindro de alfileros	2	Desbastar	Amoladora	1	1.2	3.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.20	0.12	1.12	0.36	0.28	0.36	0.18	-0.03	0.00	0.00	1.27	1.27	1.00	4.35	93.62
51.2.6	Croquis lateral	6	Cortar	CNC	2	1.5	2.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	0.20	0.20	2.00	2.50	2.50	-0.11	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	47.03		
51.2.7	Croquis lateral	18	Cortar	CNC	2	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	0.17	0.17	1.60	1.55	1.57	-0.11	0.00	0.00	1.47	1.25	1.00	2.94	96.40		
51.2.8	Croquis de cilindro	4	Desbastar	Amoladora	1	2.0	19.1	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	0.18	0.18	10.00	10.00	10.00	-0.03	0.00	0.00	10.00	1.00	1.00	1.00	20.00	20.00	
51.2.9	Urdiendo	2	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.3.0	Bases de arales	4	Cortar	Serra BDM	1	21.0	20.7	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	21.0	0.21	0.21	21.00	21.00	21.00	-0.03	0.00	0.00	21.00	1.20	1.00	21.00	200.15		
51.4	Chasis de pino	1	Amarr	Sulfada	2	70.0	84.0	75.0	76.0	71.0	81.0	84.0	79.0	82.0	79.0	82.0	84.0	5.00	4.00	84.00	74.56	79.89	-0.08	0.12	1.20	95.86	1.31	1.00	126.08	854.79		
51.4.1	Refuerzo de compuerta	4	Cortar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.4.2	Vertical compuerta	2	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.4.3	Horizontal compuerta	2	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.4.4	Plata Compuerta	1	Amarr	Sulfada	2	71.0	85.0	76.0	77.0	72.0	82.0	85.0	80.0	83.0	80.0	83.0	85.0	5.00	4.00	85.00	75.56	80.89	-0.08	0.12	1.20	96.86	1.31	1.00	126.08	854.79		
51.5	Tapa lateral protector de cubeta	2	Cortar	CNC	2	2.1	2.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	0.21	0.30	2.00	2.26	-0.11	0.00	0.00	1.38	1.29	1.00	4.04	70.21				
51.6	Refuerzo croquis de compuerta	2	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.7	Cabezera	1	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.8	Viviro	1	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.9	Postes esquinas de alfileros	2	Cortar	CNC	2	2.1	2.4	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	0.21	0.30	2.00	2.26	-0.11	0.00	0.00	1.38	1.29	1.00	4.04	70.21				
51.10	Postes esquinas posteriores	2	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.11	Piso	1	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.12	Bolillos interiores	4	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.13	Bolillos doblados	4	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.14	Refuerzos de viviro	3	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.15	Gufo	2	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.16	Tanque	4	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51.17	Seguro Pequeño	1	Desbastar	Amoladora	1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	0.20	0.20	2.00	2.00	2.00	-0.03	0.00	0.00	1.97	1.27	1.00	2.86	260.46		
51	Talva	1	Amarr	Sulfada	2	70.0	84.0	75.0	76.0	71.0	81.0	84.0	79.0	82.0	79.0	82.0	84.0	5.00	4.00	84.00	74.56	79.89	-0.08	0.12	1.20	95.86	1.31	1.00	126.08	854.79		

TIEMPO ESTANDAR (MIN)
TIEMPO ESTANDAR TOTAL

TIEMPO DE FABRICACIÓN CONJUNTO MECÁNICO DE ELEVACIÓN										TIEMPO OBSERVADO (MIN)										VALORACIÓN										TIEMPO ESTÁNDAR (MIN)									
CODIFICACION	PIEZA	CONTINUIDAD/VIDEOTECA	ACTIVIDAD	MÁQUINA	PERSONAL	CICLOS										Tiempo Total Observado	Tiempo Medio por Ciclo	Desviación Estándar	Índice de Seguridad	Índice de Integridad	Presencia de Peligros	Incidencia	Sobrecarga	Total Valoración	Tiempo	Suficiencia de Recursos	Presencia de Peligros	Tiempo de Integridad	Tiempo de Integridad										
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10															1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
53.11	Caja inferior	1	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	4.0	5.0	4.4	5.0	4.0	4.8	5.1	4.3	4.5	4.0	40.7	4.07	0.25	1.00	4.10	4.80	0.11	0.08	1.30	5.70	1.28	1.00	7.36	7.36									
			Pliegue		2.00	5.5	5.1	5.1	5.2	5.8	5.5	5.2	5.1	5.5	5.1	5.1	5.1	51.1	5.11	0.21	1.00	5.10	5.20	0.11	0.08	1.30	6.20	1.20	1.00	8.08	15.17								
53.12	Caja superior	1	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	4.2	4.8	4.5	4.7	4.9	4.4	4.3	4.4	4.5	4.4	46.1	4.61	0.20	1.00	4.40	4.40	0.11	0.08	1.30	5.40	1.20	1.00	7.00	22.40									
			Pliegue		2.00	5.2	5.0	5.0	5.1	5.4	5.5	5.0	5.2	5.2	5.1	5.1	54.1	5.41	0.20	1.00	5.20	5.20	0.11	0.08	1.30	6.40	1.20	1.00	8.20	16.07									
53.13	Refuerzo interior de caja	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	1.2	1.0	1.5	1.2	1.1	1.7	1.7	1.2	1.2	1.4	22.5	2.25	0.30	1.00	2.40	2.30	0.08	0.05	1.14	2.40	1.27	1.00	2.98	14.05									
			Acabado		1.00	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	12.5	1.25	0.30	1.00	1.20	1.20	0.02	0.02	1.05	1.20	1.00	1.37	16.19									
53.2	Placa lateral	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	4.0	4.0	4.1	4.1	4.0	4.0	4.1	4.1	4.1	4.1	41.0	4.10	0.20	1.00	4.10	4.10	0.02	0.02	1.10	4.10	1.00	1.00	4.10	40.19									
			Acabado		1.00	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	4.7	47.0	4.70	0.20	1.00	4.70	4.70	0.02	0.02	1.05	4.70	1.00	1.00	4.70	46.19								
53.3	Placa intermedia	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	30.0	3.00	0.20	1.00	3.00	3.00	0.02	0.02	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	29.19									
			Acabado		1.00	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	42.0	4.20	0.20	1.00	4.20	4.20	0.02	0.02	1.05	4.20	1.00	1.00	4.20	41.19								
53.4	Placa central	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	40.0	4.00	0.20	1.00	4.00	4.00	0.02	0.02	1.00	4.00	1.00	1.00	4.00	39.19									
			Acabado		1.00	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	42.0	4.20	0.20	1.00	4.20	4.20	0.02	0.02	1.05	4.20	1.00	1.00	4.20	41.19								
53.5	Bocón para pivote	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	11.1	10.3	10.6	11.1	10.9	11.6	11.1	10.1	10.1	10.2	108.1	10.81	0.65	1.14	10.38	10.75	0.00	0.00	1.00	10.75	1.24	1.00	11.11	205.12									
			Acabado		1.00	29.1	29.8	29.8	29.0	29.1	29.8	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	29.9	299.9	29.99	0.28	1.00	29.99	29.99	0.11	0.10	1.21	29.99	1.20	1.00	29.99	290.10								
53.6	Seguro pequeño	2	Revolucionar		PERSONAL	1.00	7.0	6.4	6.7	6.4	6.7	6.3	6.6	6.5	6.5	76.5	7.65	0.46	0.75	6.75	6.75	0.11	0.10	1.21	6.66	1.22	1.00	5.69	279.20										
			Acabado		1.00	4.0	3.7	3.8	3.7	4.1	3.8	3.8	3.7	4.0	3.8	3.7	38.7	3.87	0.15	1.00	3.70	3.85	0.11	0.10	1.21	4.06	1.22	1.00	5.69	279.20									
53.7	Seguro grande	1	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	30.0	3.00	0.20	1.00	3.00	3.00	0.02	0.02	1.00	3.00	1.00	1.00	3.00	29.19									
			Acabado		1.00	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	42.0	4.20	0.20	1.00	4.20	4.20	0.02	0.02	1.05	4.20	1.00	1.00	4.20	41.19								
53.8	Placa lateral derecha	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	4.0	4.0	4.1	4.1	4.2	4.1	4.1	4.1	4.1	4.1	41.0	4.10	0.20	1.00	4.10	4.10	0.02	0.02	1.10	4.10	1.00	1.00	4.10	40.19									
			Acabado		1.00	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	42.0	4.20	0.20	1.00	4.20	4.20	0.02	0.02	1.05	4.20	1.00	1.00	4.20	41.19								
53.9	Refuerzo interior	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	1.2	1.0	1.5	1.2	1.1	1.7	1.7	1.2	1.2	1.4	22.5	2.25	0.30	1.00	2.40	2.30	0.08	0.05	1.14	2.40	1.27	1.00	2.98	14.05									
			Acabado		1.00	1.2	1.1	1.1	1.2	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	12.5	1.25	0.30	1.00	1.20	1.20	0.02	0.02	1.05	1.20	1.00	1.37	16.19									
53.10	Refuerzo exterior	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	4.1	4.0	4.1	4.2	4.1	4.4	4.4	4.1	4.1	4.1	41.1	4.11	0.22	1.00	4.10	4.24	0.11	0.05	1.14	4.00	1.20	1.00	5.16	305.41									
			Acabado		1.00	7.0	7.1	7.1	7.0	7.0	7.0	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	71.1	7.11	0.22	1.00	7.00	7.24	0.08	0.08	1.14	7.00	1.20	1.00	10.07	375.88								
5.1.12	Análisis de referencia 1	4	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	10.1	9.7	10.2	11.5	10.9	10.8	10.6	10.1	11.3	10.3	105.9	10.55	11.15	10.08	10.50	11.11	0.08	0.10	1.10	11.00	1.22	1.00	11.25	361.13									
			Acabado		1.00	2.1	2.4	2.4	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	22.2	2.22	0.16	1.00	2.20	2.20	0.02	0.02	1.05	2.20	1.20	1.00	2.20	21.19								
53.11	Análisis de referencia 2	2	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	11.1	1.11	0.10	1.00	1.10	1.10	0.02	0.02	1.00	1.10	1.00	1.00	1.10	10.19									
			Acabado		1.00	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	11.1	1.11	0.10	1.00	1.10	1.10	0.02	0.02	1.05	1.10	1.00	1.00	1.10	10.19								
53.14	Refuerzo inferior de caja	1	Cortar	Sierra circular	PERSONAL	1.00	2.0	2.4	2.4	2.1	2.0	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	21.1	2.11	0.22	1.00	2.10	2.10	0.11	0.08	1.10	2.10	1.22	1.00	4.30	402.05									
			Acabado		1.00	2.1	2.7	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	25.1	2.51	0.17	1.00	2.50	2.50	0.02	0.02	1.05	2.50	1.20	1.00	4.30	402.05								
53	Análisis	1	Verificación		PERSONAL	1.00	10.1	10.4	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	10.3	103.3	10.33	0.13	1.00	10.30	10.30	0.02	0.02	1.14	10.30	1.21	1.00	10.30	101.10									
			Acabado		1.00	11.1	10.5	10.6	11.1	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	10.8	108.8	10.88	0.13	1.00	10.80	10.84	0.02	0.10	1.14	10.80	1.20	1.00	10.84	102.10								

TIEMPO ESTÁNDAR (MIN) 11.07

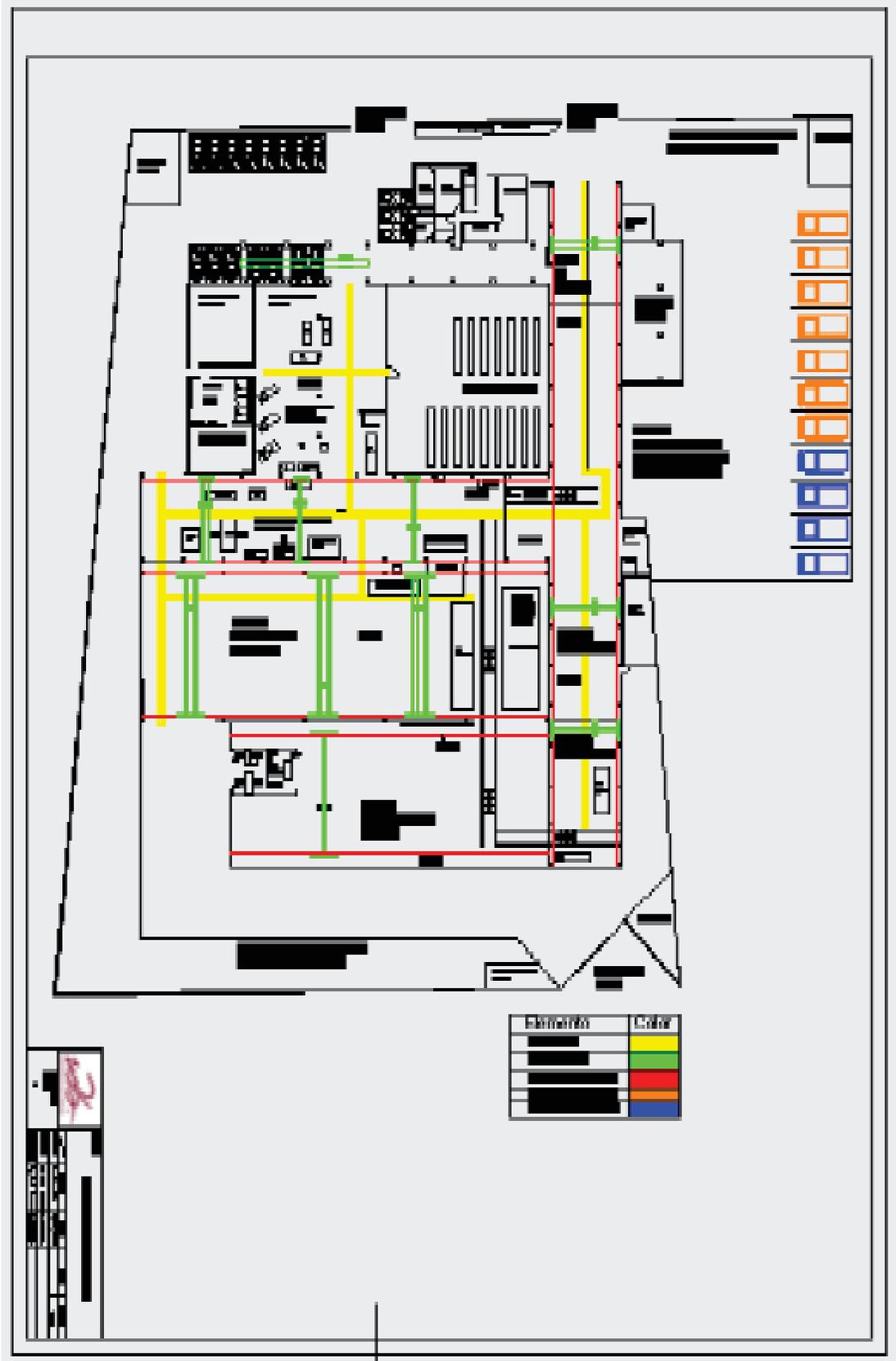
PIEZA	CANTIDAD/vol queta	ACTIVIDAD	MAQUINA	Suplemento constante		CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA											Total	Índice
				Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. Complejo	i) Monotonía Mental	j) Monotonía Física			
Larguero 3 m	2	Cortar	Sierra banda 600 mm	5	4	2	0	2	2	0	2	2	1	1	2	23	1.23	
Larguero 65 cm	2	Cortar	Sierra banda 600 mm	5	4	2	0	1	2	0	2	2	1	1	2	22	1.22	
Larguero 3.65 m	2	Soldar	Equipo MIG	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	0	0	25	1.25	
		Cortar	esquina de extremo															
		Amoladora		5	4	2	0	0	2	0	2	5	1	0	0	21	1.21	
Refuerzo de larguero	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
U de cilindro despuntada	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	1	2	0	2	5	1	1	0	23	1.23	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Plegar	Plegadora durma	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
Crucero de compuerta	1	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Tapa u de cilindro despuntada	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	1	2	0	2	5	1	1	2	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Plegar	Plegadora Durma	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
Crucero intermedio	6	Cortar	Cizalla	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	0	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Crucero lateral	18	Cortar	Cizalla	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Crucero de cilindro	4	Cortar	Cizalla	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
U cilindro	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Bases de arañas	4	Cortar	Sierra 300 mm	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	2	26	1.26	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Taladrar	Taladro	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Separar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
Chasis de piso	1	Armar	Suelda	5	4	2	2	0	2	0	2	5	1	1	2	26	1.26	
		Soldar	Suelda	5	4	2	7	2	2	0	2	5	1	1	2	33	1.33	
Poste lateral	14	Cortar	CNC	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Costados	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	1	2	0	2	5	1	1	0	23	1.23	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
Costados +postes	2	Armar	Suelda	5	4	2	7	2	2	0	2	5	1	1	0	31	1.31	
Refuerzo de compuerta	4	Cortar	CNC	5	4	2	0	1	2	0	2	5	1	1	0	23	1.23	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
Vertical compuerta	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	2	26	1.26	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
Horizontal compuerta	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	2	26	1.26	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
Placa Compuerta	1	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
Compuerta	1	Armar	Soldadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
Tapa lateral protector de cabina	2	Cortar	CNC	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
Refuerzo crucero de compuerta	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
Cabecera	1	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	2	26	1.26	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	0	25	1.25	
Vicera	1	Cortar	CNC	5	4	2	0	1	2	0	2	5	1	1	2	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Postes esquineros delanteros	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Postes esquineros posteriores	2	Cortar	CNC	5	4	2	0	1	2	0	2	5	1	1	2	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
Piso	1	Cortar	CNC	5	4	2	0	1	2	0	2	5	1	1	2	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
		Plegar	Plegadora Durma	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
Bolsillos interiores	4	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
Bolsillos doblados	4	Cortar	CNC	5	4	2	0	2	2	0	2	5	1	1	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	0	26	1.26	
Refuerzos de vicera	3	Cortar	Cizalla	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
Garfo	2	Cortar	Pantógrafo	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
Trinquete	4	Cortar	Pantógrafo	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Taladrar	Taladro	5	4	2	2	1	2	0	2	5	1	1	2	27	1.27	
		Taladrar	Bickford	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1	2	28	1.28	
		Separar	Amoladora	5	4	2	2	2	2	0	2	5	1	1				

PIEZA	CANTIDAD/vol queta	ACTIVIDAD	MAQUINA	Suplemento constante		CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASCO POR FATIGA											Total	Indice
				Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pla	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física			
Caja de puente 10mm	1	Cortar	Tortuga oxicoarte	5	4	2	0	10	0	5	2	0	1	0	2	31	1.31	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	10	0	5	0	2	1	4	5	40	1.4	
		Pegar	Plegadora Durma	5	4	2	2	10	0	5	5	0	4	1	2	40	1.4	
Refuerzo interior de caja	4	Cortar	Cizalladora	5	4	2	2	0	0	5	0	2	1	0	0	21	1.21	
		Pegar	Plegadora	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	20	1.2	
Base de puente	1	Cortar	Tortuga oxicoarte	5	4	2	0	4	0	5	2	0	1	1	2	26	1.26	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	4	0	5	0	2	1	4	5	34	1.34	
Puente para cilindro	1	Armar	Soldadora	5	4	2	2	6	0	5	5	0	4	1	0	34	1.34	
		Soldar	Soldadora	5	4	2	2	6	0	5	5	0	4	1	0	34	1.34	
Bocin de bisagra	2	Cortar	Sierra pehaka 300mm	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Perforar	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Rectificar	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Patas de araña	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Taladrar	Taladro de banco	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Machuelar	Machuelos	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Canal graseo	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Refrentar	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	5	0	1	1	2	25	1.25	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	0	2	1	4	2	27	1.27	
Placa de bisagra	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	2	1	0	5	5	0	1	1	2	28	1.28	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	0	5	0	2	1	1	2	25	1.25	
Refuerzo triangular de bisagra	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	0	2	1	1	5	27	1.27	
Refuerzo rectangular bisagra de volteo	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	20	1.2	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	0	2	1	1	0	22	1.22	
Bisagra de volteo	2	Armar	Suelda	5	4	2	2	1	0	5	5	0	4	1	5	34	1.34	
		Soldar	Suelda	5	4	2	2	1	0	5	5	0	4	1	2	31	1.31	
Bocin de brazo auxiliar	2	Cortar	Sierra pehaka 300mm	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Perforar	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	20	1.2	
		Rectificar	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	20	1.2	
		Patas de araña	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Taladrar	Taladro de banco	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Machuelar	Machuelos	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Refrentar	Tomo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	0	20	1.2	
Cuerpo de brazo auxiliar	2	Cortar	Sierra	5	4	2	2	1	0	5	2	0	1	1	2	25	1.25	
		Cortar	Pantografo	5	4	2	0	1	0	5	5	0	1	1	0	24	1.24	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	0	5	0	2	1	4	5	31	1.31	
Placa de brazo auxiliar	2	Cortar	Cizalladora	5	4	2	2	0	0	5	0	5	1	1	2	27	1.27	
		Pegar	Plegadora	5	4	2	2	0	0	5	5	0	4	1	2	30	1.3	
Brazo auxiliar	2	Armado	Suelda	5	4	2	2	1	0	5	5	0	4	1	2	31	1.31	
		Soldado	Suelda	5	4	2	2	1	0	5	5	0	4	1	0	29	1.29	
Larguero marco de pistón	2	Cortar	CNC	5	4	2	2	20	0	5	5	0	1	1	2	47	1.47	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	20	0	5	0	2	1	1	5	47	1.47	
		Pegar	Plegadora durma	5	4	2	2	20	0	5	5	0	1	1	2	47	1.47	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	20	0	5	2	0	1	1	2	44	1.44	
		Taladrar	Taladro radial bickford	5	4	2	2	20	0	5	2	0	1	1	2	44	1.44	
		Separar	Amoladora	5	4	2	2	20	0	5	2	0	1	4	2	47	1.47	
		Cortar	CNC	5	4	2	2	8	0	5	5	0	1	1	2	35	1.35	
Puente de bisagra	1	Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	8	0	5	0	2	1	1	2	32	1.32	
		Pegar	Plegadora Durma	5	4	2	2	8	0	5	5	0	4	1	2	38	1.38	
Platina de asentamiento	2	Cortar	Sierra pehaka 300mm	5	4	2	0	4	0	5	0	0	1	1	2	24	1.24	
Horquilla Bisagra de volteo	4	Cortar	Pantografo	5	4	2	2	1	0	5	5	0	1	1	2	28	1.28	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	0	5	0	2	1	1	2	25	1.25	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	1	0	5	2	0	1	1	2	25	1.25	
		Taladrar	Taladro radial bickford	5	4	2	2	1	0	5	5	0	1	1	2	28	1.28	
Horquilla puente cilindro hidráulico	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	2	1	0	5	5	0	1	1	2	28	1.28	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	0	5	0	2	1	4	2	28	1.28	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	1	0	5	2	0	1	1	2	25	1.25	
		Taladrar	Taladro radial bickford	5	4	2	2	1	0	5	5	0	1	1	2	28	1.28	
Miebro estructural para el eje de la araña	2	Cortar	Sierra pehaka 300 mm	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Taladrar	Taladro radial bickford	5	4	2	2	0	0	5	5	0	1	1	2	27	1.27	
		Separar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	0	2	1	1	2	24	1.24	
Refuerzo triangular	12	Cortar	Cizalla	5	4	2	2	0	0	5	0	5	1	1	2	27	1.27	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	0	2	1	1	2	24	1.24	
Barra retenedora de brazo auxiliar	2	Cortar	cizalla	5	4	2	2	0	0	5	0	5	1	1	2	27	1.27	
Barra seguro de pin de araña	2	Cortar	cizalla	5	4	2	2	0	0	5	0	5	1	1	2	27	1.27	
		Cortar	Pantografo	5	4	2	2	1	0	5	5	0	1	1	2	28	1.28	
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	0	5	0	2	1	4	5	31	1.31	
		Pegar	Plegadora Durma	5	4	2	2	1	0	5	5	0	1	1	2	28	1.28	
Soporte brazo auxiliar	2	Soldar	Suelda	5	4	2	2	1	0	5	2	0	1	1	2	25	1.25	
		Cortar	Sierra	5	4	2	2	0	0	5	0	0	1	1	2	22	1.22	
Eje de araña	1	Cortar	Sierra 300 mm	5	4	2	2	8	0	5	2	0	1	1	2	32	1.32	
		Refrentar	Tomo	5	4	2	2	8	0	5	2	0	1	1	2	32	1.32	
		Fresar	Fresadora	5	4	2	2	8	0	5	5	0	4	1	0	36	1.36	
Seguro Grande	2	Cortar	Cizalla	5	4	2	2	0	0	5	2	5	1	1	2	29	1.29	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Taladrar	Taladro radial bickford	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Pegar	Plegadora	5	4	2	2	0	0	5	5	0	1	1	2	27	1.27	
Seguro Pequeño	1	Cortar	Cizalla	5	4	2	2	0	0	5	2	5	1	1	0	27	1.27	
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
Pin bisagra de volteo	2	Taladrar	Taladro	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Pegar	Plegadora	5	4	2	2	0	0	5	5	0	1	1	2	27	1.27	
		Cortar	Sierra 300 mm	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Refrentar	Tomo	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
Pin inferior de cilindro	1	Perforar	Taladro	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Cortar	Sierra 300 mm	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22	
		Refrentar	Tomo	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
Espacador	2	Perforar	Taladro	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24	
		Cortar	Pantografo	5	4	2												

PIEZA	CANTIDAD/vol queta	ACTIVIDAD	MAQUINA	Suplemento constante		CANTIDADES VARIABLES AÑADIDAS AL SUPLEMENTO BASICO POR FATIGA										Total	Indice
				Necesidades personales	Por fatiga	a) Supl. por trabajar de pie	b) Supl. por postura anormal	c) Lev. de Pesos y Uso de Fuerza	d) Int. de la luz	e) Calidad del Aire	f) Tensión Visual	g) Tensión Auditiva	h) Proc. complejo	i) Monotonía: Mental	j) Monotonía: Física		
Caja inferior	1	Cortar	Tortuga oxicorte	5	4	2	0	4	0	5	5	0	1	0	2	28	1.28
		Plegar	Plegadora Duma	5	4	2	2	4	0	5	5	0	1	1	0	29	1.29
Caja superior	1	Cortar	Tortuga oxicorte	5	4	2	0	4	0	5	5	0	1	0	2	28	1.28
		Plegar	Plegadora Duma	5	4	2	2	4	0	5	5	0	1	1	0	29	1.29
Refuerzo interior de caja	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	0	2	21	1.21
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	0	2	1	4	5	30	1.3
Caja	1	Armar	Suelda	5	4	2	2	10	0	5	5	0	4	1	0	38	1.38
		Soldar	Suelda	5	4	2	2	10	0	5	5	0	4	1	2	40	1.4
Placa lateral	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	2	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	0	5	0	2	1	4	2	29	1.29
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	2	0	5	2	0	1	0	2	25	1.25
		Taladrar	Taladro radial	5	4	2	0	2	0	5	2	0	4	1	2	27	1.27
Placa intermedia	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	2	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	0	5	0	2	1	4	5	32	1.32
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	2	0	5	2	0	1	1	2	26	1.26
		Taladrar	Taladro radial	5	4	2	0	2	0	5	2	0	4	1	2	27	1.27
Placa central	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	2	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	2	0	5	0	2	1	4	5	32	1.32
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	2	0	5	2	0	4	1	0	27	1.27
		Taladrar	Taladro radial	5	4	2	0	2	0	5	2	0	4	1	2	27	1.27
Bocín para pivote	2	Cortar	Sierra pehaka 300mm	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24
		Perforar	Torno	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Rectificar	Torno	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Patatas de araña	Torno	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Taladrar	Taladro de banco	5	4	2	0	0	0	5	2	0	4	1	2	25	1.25
		Machuelar	Machuelos	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Canal grasero	Torno	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Refrentar	Torno	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
Seguro pequeño	2	Cortar	Gizalla	5	4	2	2	0	0	5	2	5	1	1	2	29	1.29
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	0	0	5	2	0	4	1	0	25	1.25
		Taladrar	Taladro radia	5	4	2	0	0	0	5	2	0	4	0	2	24	1.24
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	0	22	1.22
Seguro grande	1	Cortar	Gizalla	5	4	2	2	0	0	5	2	5	1	1	2	29	1.29
		Agrupar	Suelda	5	4	2	2	0	0	5	2	0	4	1	0	25	1.25
		Taladrar	Taladro radial	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Plegar	Plegadora	5	4	2	2	0	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24
Placa lateral doblada	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	1	0	5	2	0	1	1	2	23	1.23
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	1	0	5	0	2	1	4	5	31	1.31
Refuerzo inferior	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	2	1	0	5	2	0	1	1	2	24	1.24
		Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
Refuerzo intermedio inferior	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	0	0	1	1	2	20	1.2
Placa de enfase	2	Cortar	Gizalla	5	4	2	2	0	0	5	0	5	1	0	2	26	1.26
Arandela de refuerzo 1	4	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	2	2	1	4	5	32	1.32
Arandela de refuerzo 2	2	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	2	2	1	4	2	29	1.29
Refuerzo inferior de caja	1	Cortar	Pantografo	5	4	2	0	0	0	5	2	0	1	1	2	22	1.22
		Desbastar	Amoladora	5	4	2	2	0	0	5	2	2	1	4	5	32	1.32
Araña	1	Verificación dimensional		5	4	2	0	2	0	5	2	0	1	0	2	23	1.23
		Armar	Suelda	5	4	2	2	2	0	5	5	0	4	0	0	29	1.29
		Soldar	Suelda	5	4	2	2	2	0	5	5	0	4	0	0	29	1.29

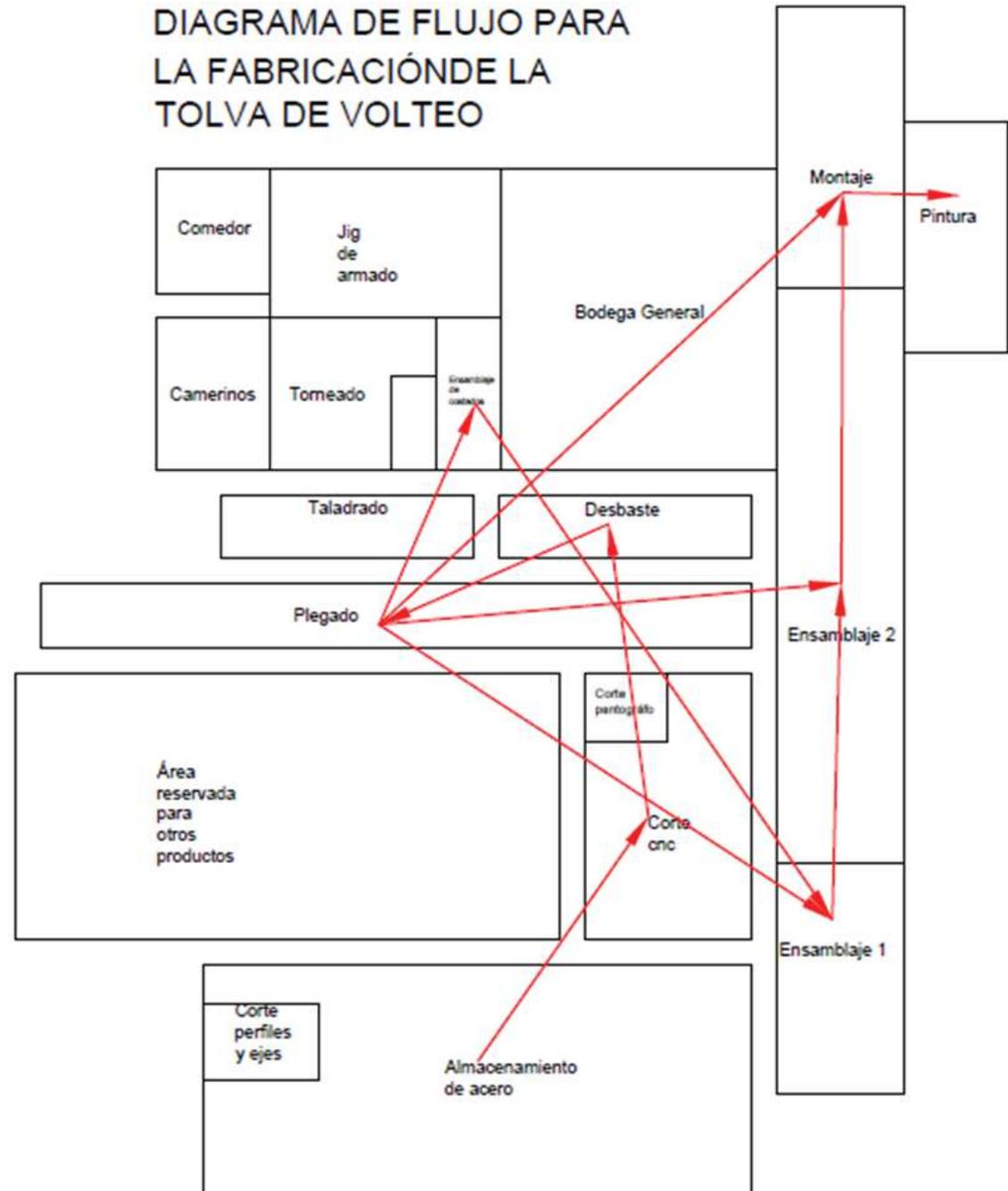
Anexo 2

Planta actual de Industrias I.V.E.



Anexo 3

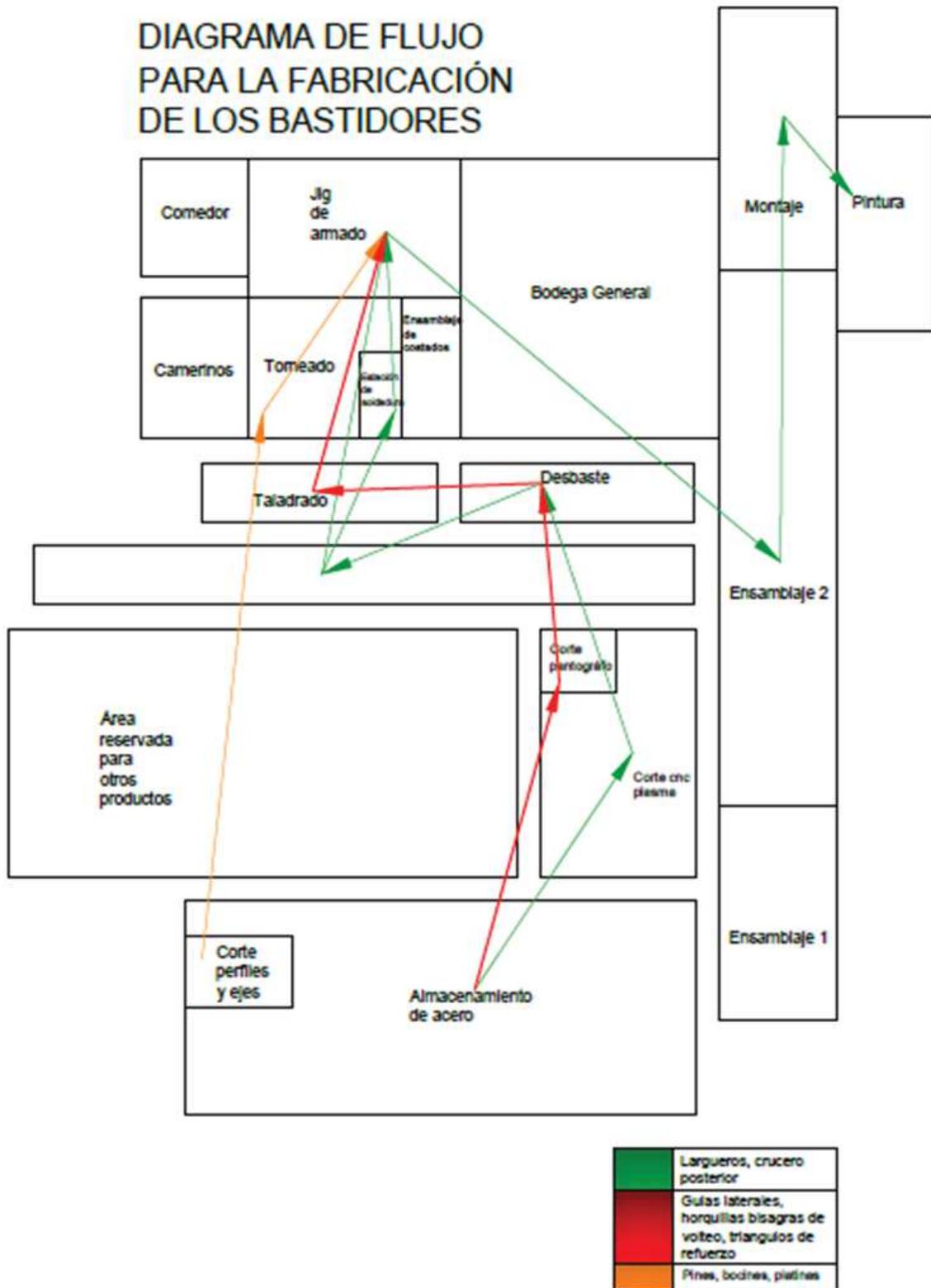
Diagrama de flujo para la fabricación de la tolva de volteo



Anexo 4

Diagrama de flujo para la fabricación de los bastidores

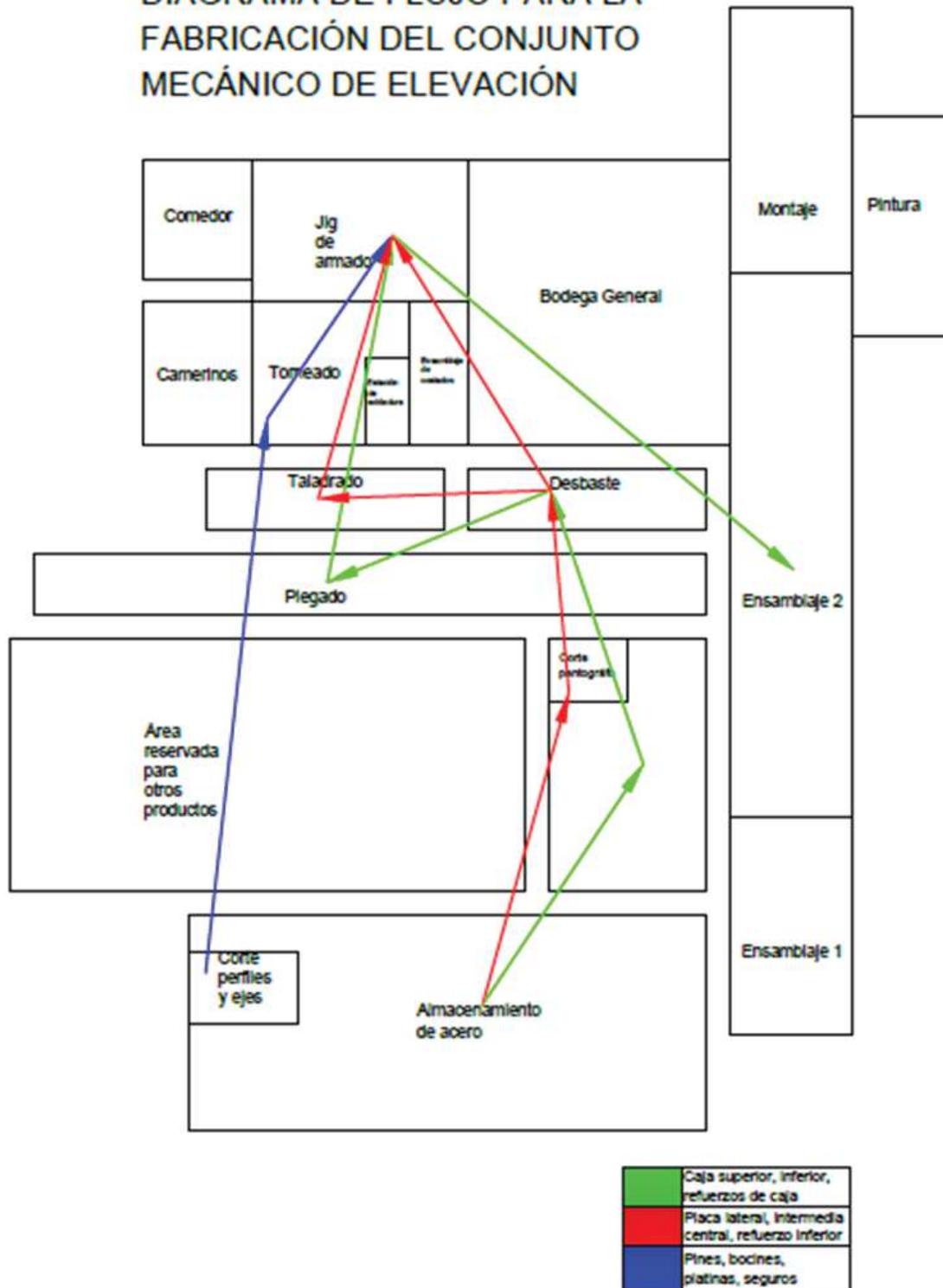
DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACIÓN DE LOS BASTIDORES



Anexo 5

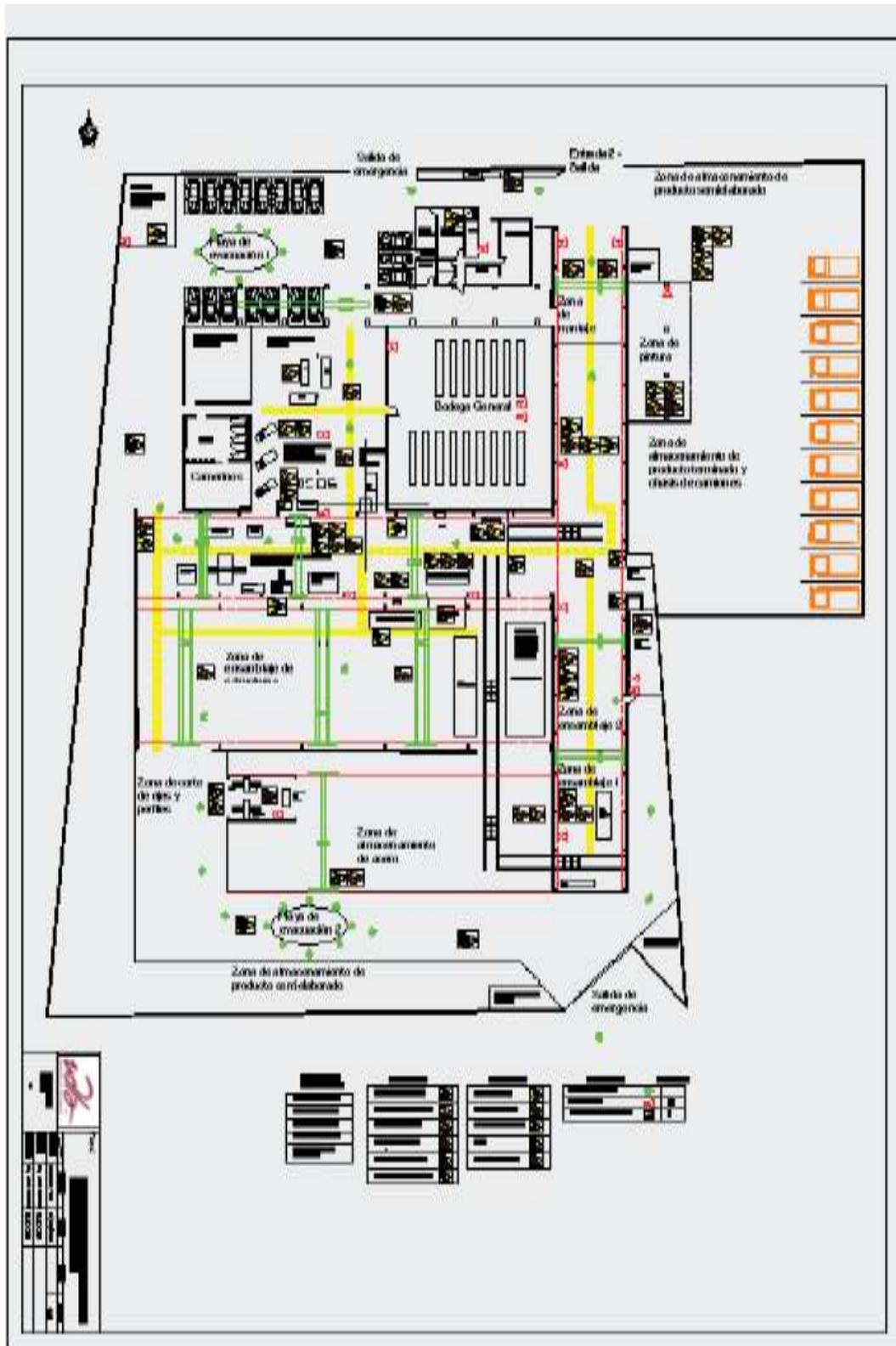
Diagrama de flujo para la fabricación del conjunto mecánico de elevación

DIAGRAMA DE FLUJO PARA LA FABRICACIÓN DEL CONJUNTO MECÁNICO DE ELEVACIÓN



Anexo 6

**Mapa de riesgos y recursos de la
planta actual de Industrias I.V.E.**



Anexo 7

Estudio del consumo eléctrico de las máquinas y equipos

MÁQUINA	CANTIDAD	POTENCIA (HP)	POTENCIA (KW)	VOLTAJE DE ENTRADA (V)	AMPERAJE (A)	CONSUMO (Kva)	FACTOR DE USO	MAQUINARIA MÁS ACTIVA
Torno Heinemann	1		11	220	38	8.36	25%	2.09
Torno Zubal	1	3		220		2.79	25%	0.6975
Torno Frejoth	1	3		220		2.79	25%	0.6975
Taladro radial bickford	1	3		220/440	12.6	2.77	25%	0.6925
Taladro radial bickford super service	1	20		220/441	50	11	50%	5.5
Taladro de banco Mongon	1	2	1.5	220	6	1.38	25%	0.345
Taladro Rexon	1	1		120		0.93	25%	0.2325
Taladro de banco Fuji	1	1	1	120/220	13.60/6.75	1.63	25%	0.4075
Esmeril Dewalt dw758	1			120	4.2	0.5	25%	0.125
Amoladoras	40		2.3	120		123.2	50%	61.6
Sierra de cinta Pehaka 500 mm	1	7.5		220	25.5	5.61	50%	2.805
	1		0.25	220	1.7	0.374	50%	0.187
Sierra de cinta Sawmill 300 mm	1	4		220		3.73	50%	1.865
Troqueladora hidráulica Geka	1	5		220		4.66	0%	0
Plegadora Durma	1		30	220	103	22.66	100%	22.66
Plegadora Cem	1	30		220		27.97	0%	0
Plegadora 150t	1	15		220		13.98	0%	0
Cizalladora Niagara	1	20		220/440	50	11	50%	5.5
Cnc Hyperter-4500	1		1.9	220	10.6	2.332	100%	2.332
Auto cut 2000 thermal Dynamics Hyperter	1			220	115	25.3	100%	25.3
Cnc Touchmate	1			120	15	1.65	0%	0
Power max 1650 touchmate	1			120	100	12	0%	0
Pantógrafo White Martins	1			120	0.2	0.024	75%	0.018
Roladora Sertom	1	20				18.65	0%	0
	1	20		220/440		18.65	50%	9.325
Puente grúa 12 ton	2		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	4.04	50%	2.02
	2		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	4.04	50%	2.02
	1	18		220/440		16.78	50%	8.39
Puente grúa Samic 10 ton	2		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	4.04	50%	2.02
	2		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	4.04	50%	2.02
	1	18		220/440		16.78	50%	8.39
Puente grúa Ausio 10 ton	2		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	4.04	50%	2.02
	2		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	4.04	50%	2.02
	1	18		220/440		16.78	25%	4.195
Puente grúa tipo portico Samic 10 ton	1		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	2.02	25%	0.505
	1		2.2/2,65	220/440	9.2/5.3	2.02	25%	0.505
	1	3		220/440		2.79	25%	0.6975
	1		3.6	220	17.3	4.5	50%	2.25
Puente grúa Demag 3 ton	2			220	3.3	1.452	50%	0.726
	1			220	3.3	0.726	50%	0.363
	1		3.6	220	17.3	4.5	50%	2.25
Puente grúa Demag 3 ton	2			220	3.3	1.452	50%	0.726
	1			220	3.3	0.726	50%	0.363
	1		3.6	220	17.3	4.5	50%	2.25
Puente grúa Demag 4 ton	2			220	3.3	1.452	50%	0.726
	1			220	3.3	0.726	50%	0.363
	1		3.6	220	17.3	4.5	50%	2.25
Puente grúa Demag 3 ton	2			220	3.3	1.452	50%	0.726
	1			220	3.3	0.726	50%	0.363
	1		3.6	220	17.3	4.5	50%	2.25
Puente grúa Demag 3 ton	2			220	3.3	1.452	50%	0.726
	1			220	3.3	0.726	50%	0.363
	1		4	220	20	5	50%	2.5
Puente grúa Demag 5 ton	2			220	3.3	1.452	50%	0.726
	1			220	3.3	0.726	50%	0.363
	1		1.5	220		1.87	0%	0
Polipasto eléctrico TXK	1			220	1.5	0.33	0%	0
	1		1.5	220		1.87	0%	0
Polipasto eléctrico Loadmate	1			220	1.5	0.33	0%	0
Compresor de tornillo Shulz SRP 3030	1	30		220		27.97	75%	20.9775
					Total	478.29		218.44

EQUIPOS DE SOLDAR	CANTIDAD	POTENCIA (HP)	POTENCIA (KW)	VOLTAJE DE ENTRADA (V)	AMPERAJE (A)	CONSUMO (Kva)	FACTOR DE USO	MAQUINARIA MÁS ACTIVA
Soldadora Mig Linde VI-600	5			220/440	78	85.8	0%	0
Soldadora Mig Miller 302	3		12.9	220/440	42	48	0%	0
Soldadora Mig Miller 452	2		22.3	220/440	104	55.74	0%	0
Soldadora Mig Lincoln cv-305	16			220/440	48	168.96	25%	42.24
Soldadora Mig Miller 300	1			220/440	42	9.24	25%	2.31
Soldadora Mig Miller 652	3		12.3	220/440		46.11	0%	0
Soldadora Mig Lincoln Rx- 450	1			220/440	80/40	17.6	25%	4.4
Soldadora Mig Lincoln R3s	2			220/440	100	44	0%	0
Soldadora Mig Lincoln cv-400	1			220/440	82	18.04	0%	0
					Total	493.49		48.95
ILUMINACIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (HP)	POTENCIA (KW)	VOLTAJE DE ENTRADA (V)	AMPERAJE (A)	CONSUMO (Kva)	FACTOR DE USO	MAQUINARIA MÁS ACTIVA
Lamparas colgantes	31		0.2	120		7.75	25%	1.9375
Focos ahorradores	28		0.04	120		1.372	25%	0.343
					Total	9.12		2.28
EQUIPOS DE OFICINA	CANTIDAD	POTENCIA (HP)	POTENCIA (KW)	VOLTAJE DE ENTRADA (V)	AMPERAJE (A)	CONSUMO (Kva)	FACTOR DE USO	MAQUINARIA MÁS ACTIVA
Computadoras	8		0.3	120		1.92	100%	1.92
Cafetera	1		0.9	120		0.72	100%	0.72
					Total	2.64		2.64
GARAJE AUTOMÁTICO	CANTIDAD	POTENCIA (HP)	POTENCIA (KW)	VOLTAJE DE ENTRADA (V)	AMPERAJE (A)	CONSUMO (Kva)	FACTOR DE USO	MAQUINARIA MÁS ACTIVA
Motor de garaje	1		0.3	220		0.24	50%	0.12
					Total	0.24		0.12
					Total (Kva) consumidos en uso simultáneo	984	Total (kva) consumidos aplicando factor de uso	272

Anexo 8

Cuadro de definición de zonas

ZONA	SUBZONA	ESPACIOS	MAQUINARIA EMPLEADA	ÁREA (m2)
Estacionamientos	Guardiana			20.00
	Vías de circulación			3712.00
	Estacionamiento	Administrativo		337.00
		Visitas		
		Discapacitados		
		Producto terminado		1148.00
		chasis de camiones		
	Carga y descarga planchas de acero			440.00
	Descarga de ejes y perfiles			104.00
				5761
Administración	Oficinas	Oficina gerencia		12.00
		Oficina gerencia		12.00
		Contabilidad		42.00
		Archivo		12.00
		Sala de conferencia		30.00
		Recepción		9.00
		Sala de recepción		16.00
	Servicios generales	Cafetería		16.00
		Baño gerencia		4.00
		Baño gerencia		4.00
		Medio baño hombre		4.00
		Medio baño mujer		4.00
	Circulación general interna administración			22.16
				187.16
Áreas verdes	Patio exterior			429.00
				429.00
Servicios generales	Batería sanitaria y vestidores	Hombres		55.00
		Mujeres		24.00
	Comedor			100.00
	Dispensario médico	Consultorio		16.00
		Medio baño		4.00

	Máquinas	Generador		40.00
		Tablero eléctrico		32.00
		Camara de transformación		
		Bombas		4.00
		Cisterna administración		25.00
	Desechos	Papel, Cartón		80.00
		Plasticos		
		Residuos organicos		
		Desechos peligrosos		
		Desechos tóxicos		
				405
Producción	Corte y desbaste	Corte	CNC Hyperter	136.00
			CNC Touchmate	126.00
		Ubicación de material cnc hyperter y touchmate		84.00
			Pantógrafo	56.00
			Cizalla Niagara	77.00
		Ubicación de material cizalla		
		Almacenamiento planchas cizalla		40.00
		Desbaste	Mesa de trabajo	
			Herramienta menor	
	Corte de perfiles y ejes	Corte de perfiles y ejes	Sierra de cinta Pehaka 300mm	42.00
			Sierra de cinta Pehaka 600 mm	42.00
			Troqueladora Geka	56.00
	Maquinado	Maquinado	Torno Heinemann	24.00
			Torno Zubal	18.00
			Torno Frejoth	24.00
			Taladro de banco Mongon	81.78
			Taladro de pedestal Rexon	
			Taladro de banco Fuji	
			Taladro radial bickford 7.5 hp	
			Mesa de trabajo	
		Ubicación de material procesado		

		Ubicación de material previo a procesar		
			Taladro radial bickford 22 hp	88.00
			Mesa de trabajo	
		Ubicación material taladro 22 hp		
			Tren de transferencia de carga	64.00
	Conformado	Conformado	Plegadora Durma	28.00
			Plegadora Petercem	24.00
		Ubicación temporal de material plegado durma y petercem		72.00
			Plegadora 150t	84.00
			Plegadora mecánica	
		Ubicación temporal de material plegado		
			Roladora Sertom	109.00
			Tren de transferencia de carga	260.00
	Ensamblaje y soldadura	Ensamblaje de costados	Equipo de soldar	20.00
			Mesa de ensamblaje	
		Ubicación temporal de material costados		30.00
		Ubicación de costados		25.00
		Ensamblaje de tolva (Armado)	Equipos de soldar	130.00
			Mesa matriz tolva	
		Ubicación de material tolva		116.00
		Ensamblaje de tolva (soldadura)		91.00
			Tren de transferencia de carga	30.00
		Ensamblaje de bastidor	Equipos de soldar	12.00
			Jig de bastidor	

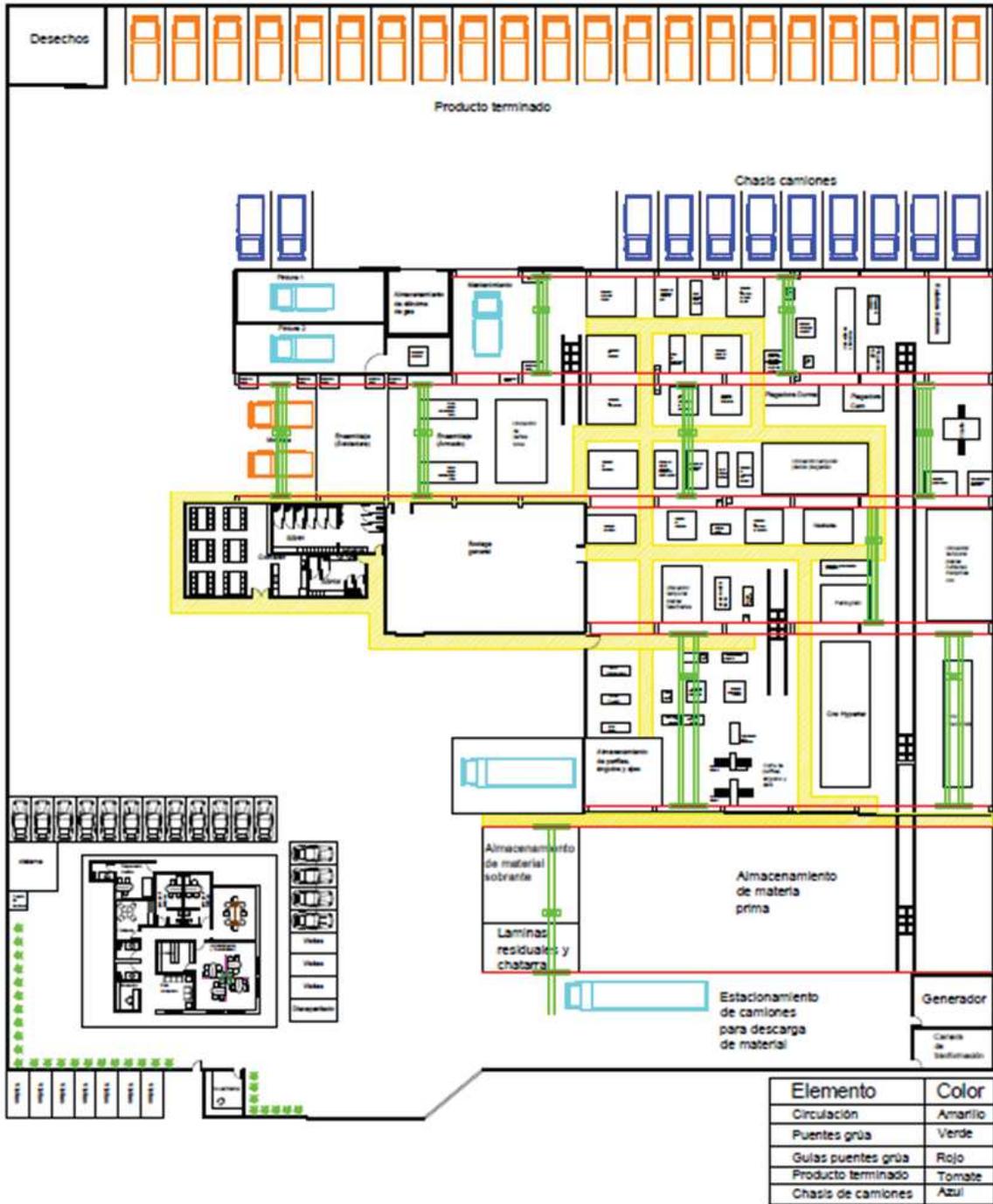
		Ubicación temporal de material bastidor		12.00
		Soldadura de bastidor		18.00
		Montaje cilindro hidraulico, araña, etc.		18.00
		Ubicación de bastidores		30.00
		Ensamblaje de caja de puente	Equipo de soldar	12.00
			Mesa de trabajo	
		Ubicación caja de puente		9.00
		Ensamblaje de bisagra de volteo	Equipo de soldar	9.00
			Mesa de trabajo	
		Ubicación de bisagras de volteo		15.00
		Ensamblaje de conjunto mecanico de elevación	Equipo de soldar	15.00
			Jig conjunto mecánico de elevación	
		Ubicación material conjunto mecanico de elevación		30.00
		Soldadura conjunto mecanico de elevación		25.00
		Ubicación conjunto mecanico de elevación		25.00
		Ensamblaje de compuerta	Mesa de trabajo	25.00
			Equipo de soldar	
		Ubicación material compuerta		25.00
		Ubicación de compuerta		25.00
		Ensamblaje de chasis de piso	Equipos de soldar	20.00
			Jig de chasis de piso	

		Ubicación de material chasis de piso		20.00
		Estacion de soldadura chasis de piso		25.00
		Ubicación chasis de piso		25.00
	Montaje	Montaje y instalacion de sistema hidráulico		104.00
	Limpieza y pintura	Pintura		165.00
			Compresor de tornillo SRP 3030	28.00
	Almacenamiento de gases industriales	CO2, Argón, O2, acetileno		36.00
				2458
Circulación	Circulación interna planta			647.00
	Circulación externa planta			91.00
				738
Bodega	Almacenamiento de materia prima	Planchas de alta rotación		611.00
		Planchas de baja rotación		
	Almacenamiento de perfiles, ejes, ángulos	Racks para colocación de perfiles, ejes, ángulos, etc.		56.00
	Almacenamiento de materia prima sobrante	Saldos y retazos de materia prima		100.00
	Almacenamiento de chatarra	Tanques de almacenamiento		50.00
	Bodega general	Equipo hidráulico		341.00
		Herramienta menor		
		Repuestos		
		Insumos		
		Accesorios		
				1158

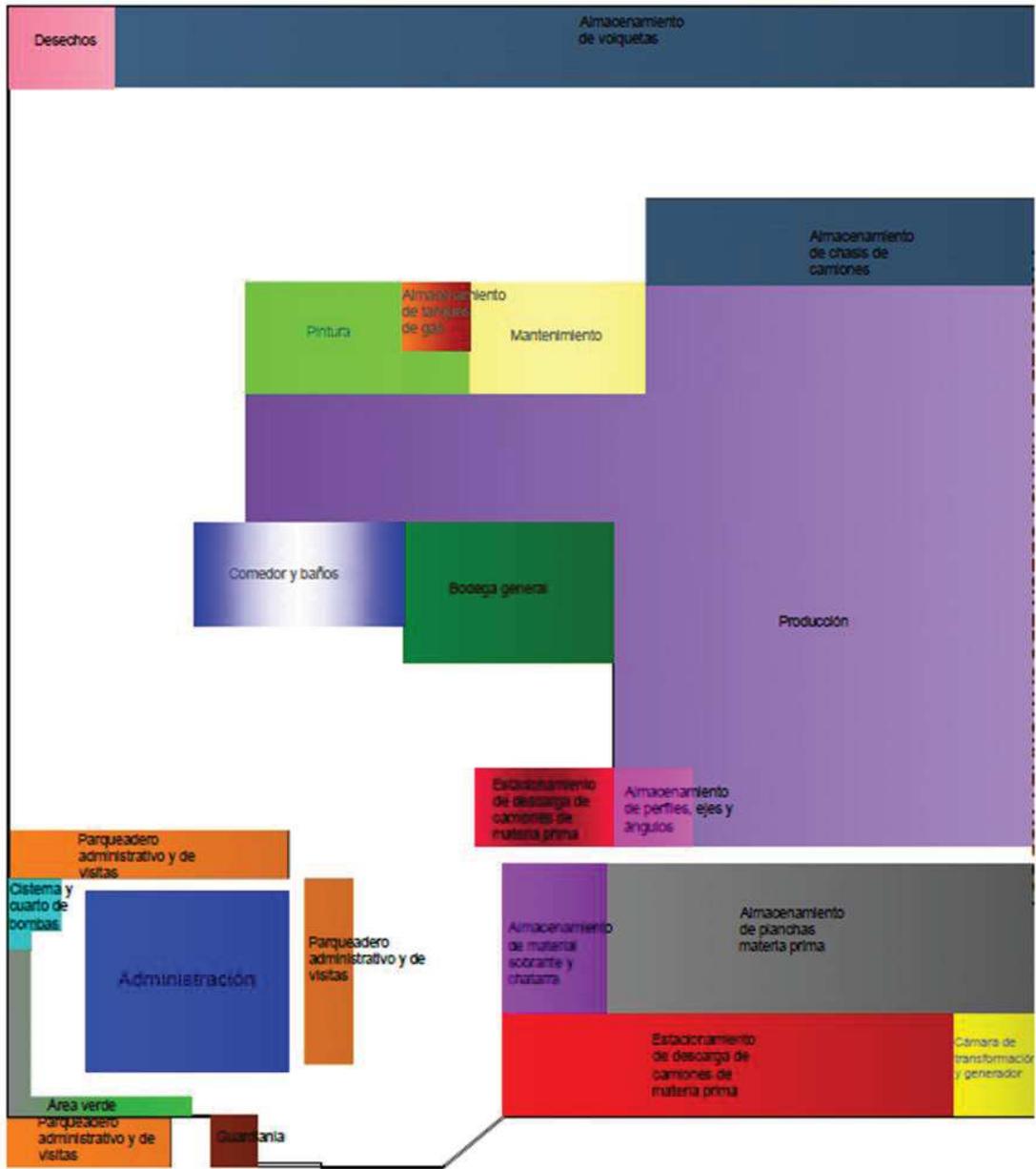
	Servicio de reparación de tolvas		Equipos de soldar	155.00
Mantenimiento			Mesa de trabajo	
				155.00
Productos varios				0.00
				0.00
			ÁREA TOTAL	11294

Anexo 9

Nueva planta de Industrias I.V.E.



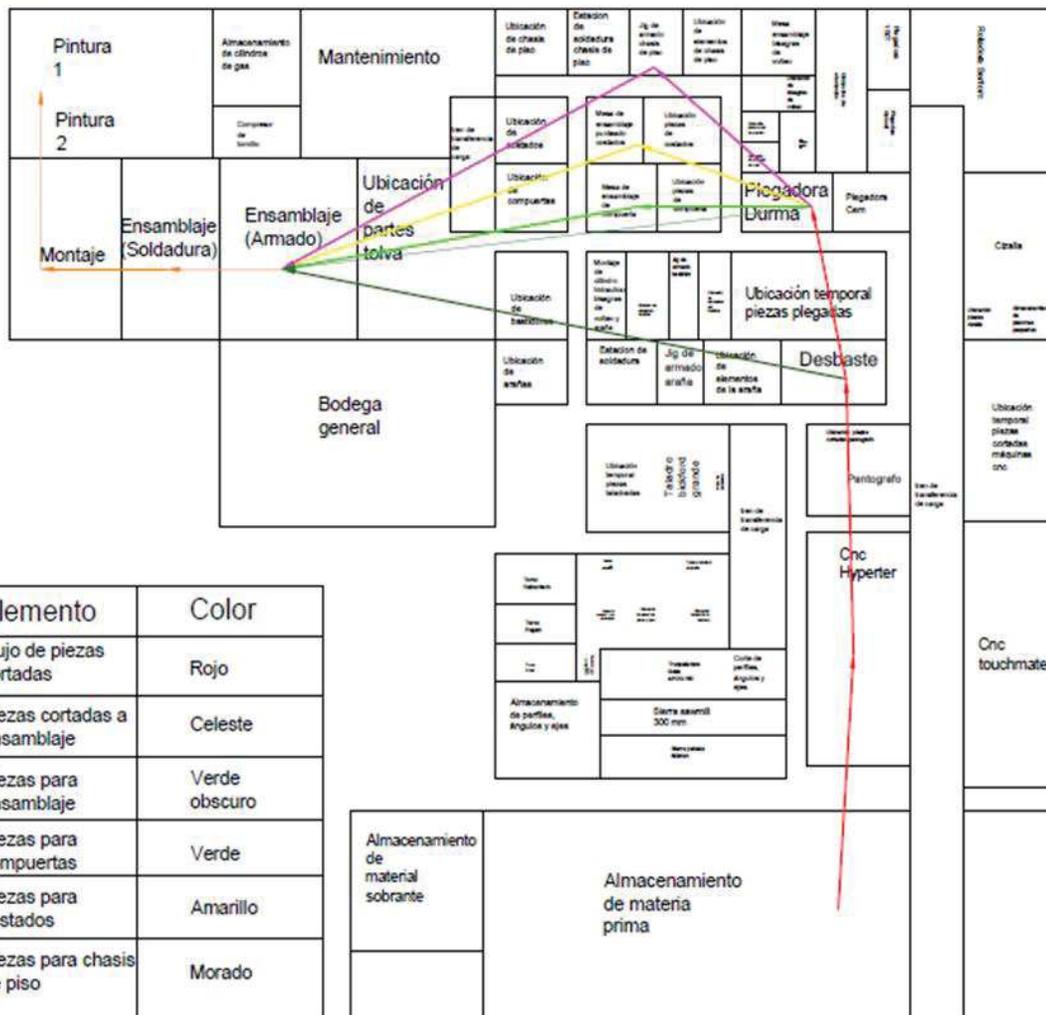
Anexo 10
**Distribución de zonas de la nueva
planta por colores**



Anexo 11

**Diagrama de flujo de la tolva de
volteo de la nueva planta de
Industrias I.V.E.**

DIAGRAMA DE FLUJO DE LA TOLVA

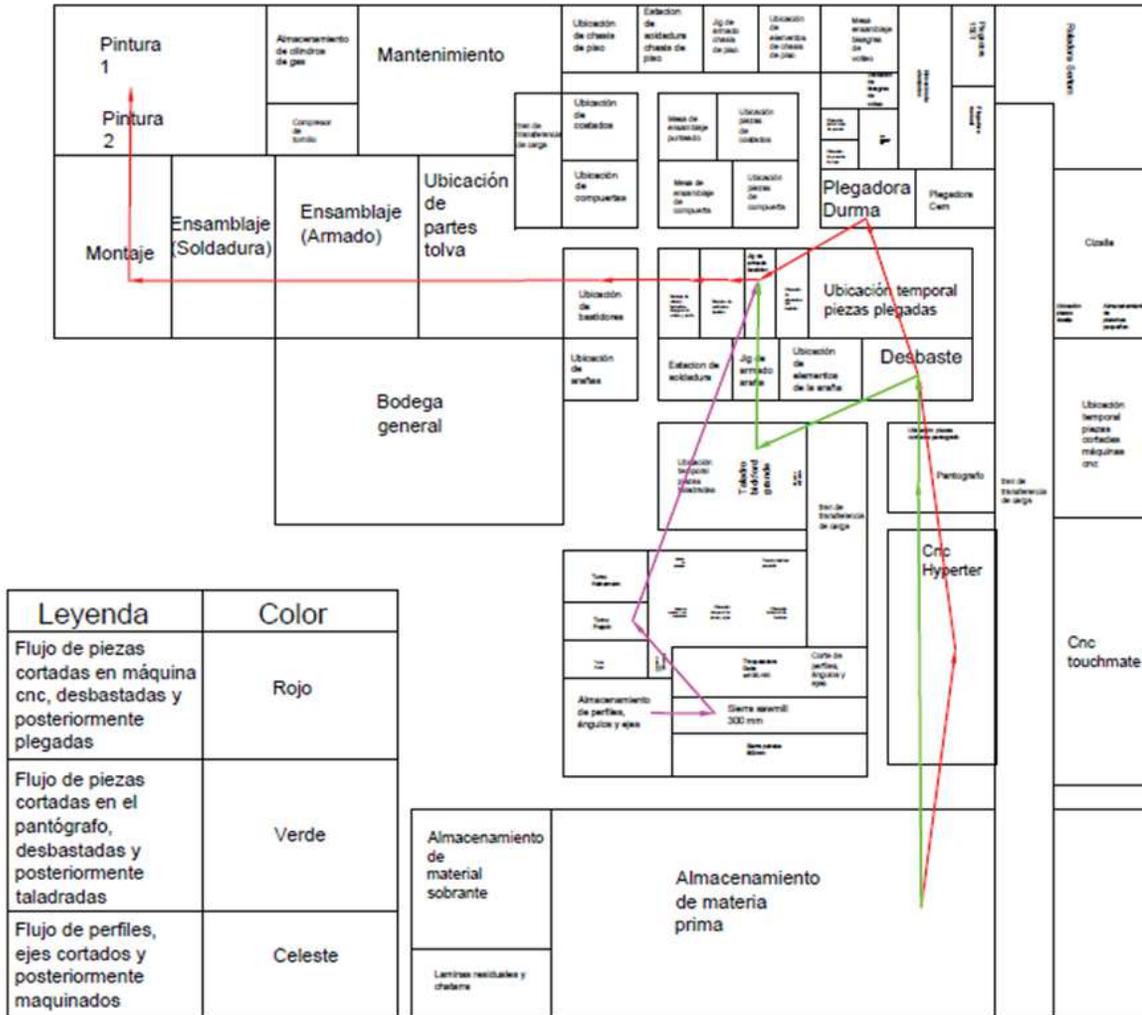


Elemento	Color
Flujo de piezas cortadas	Rojo
Piezas cortadas a ensamblaje	Celeste
Piezas para ensamblaje	Verde oscuro
Piezas para compuertas	Verde
Piezas para costados	Amarillo
Piezas para chasis de piso	Morado

Anexo 12

**Diagrama de flujo del bastidor de
la nueva planta de Industrias
I.V.E.**

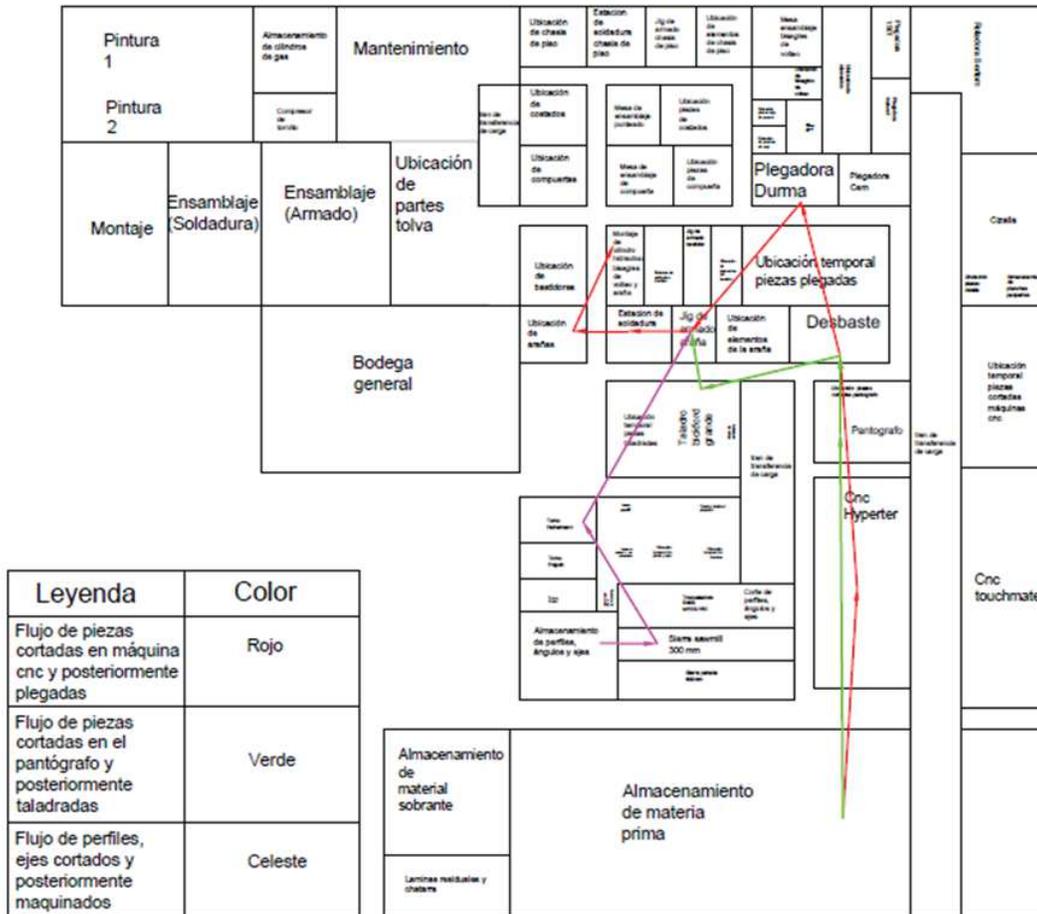
DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS BASTIDORES



Anexo 13

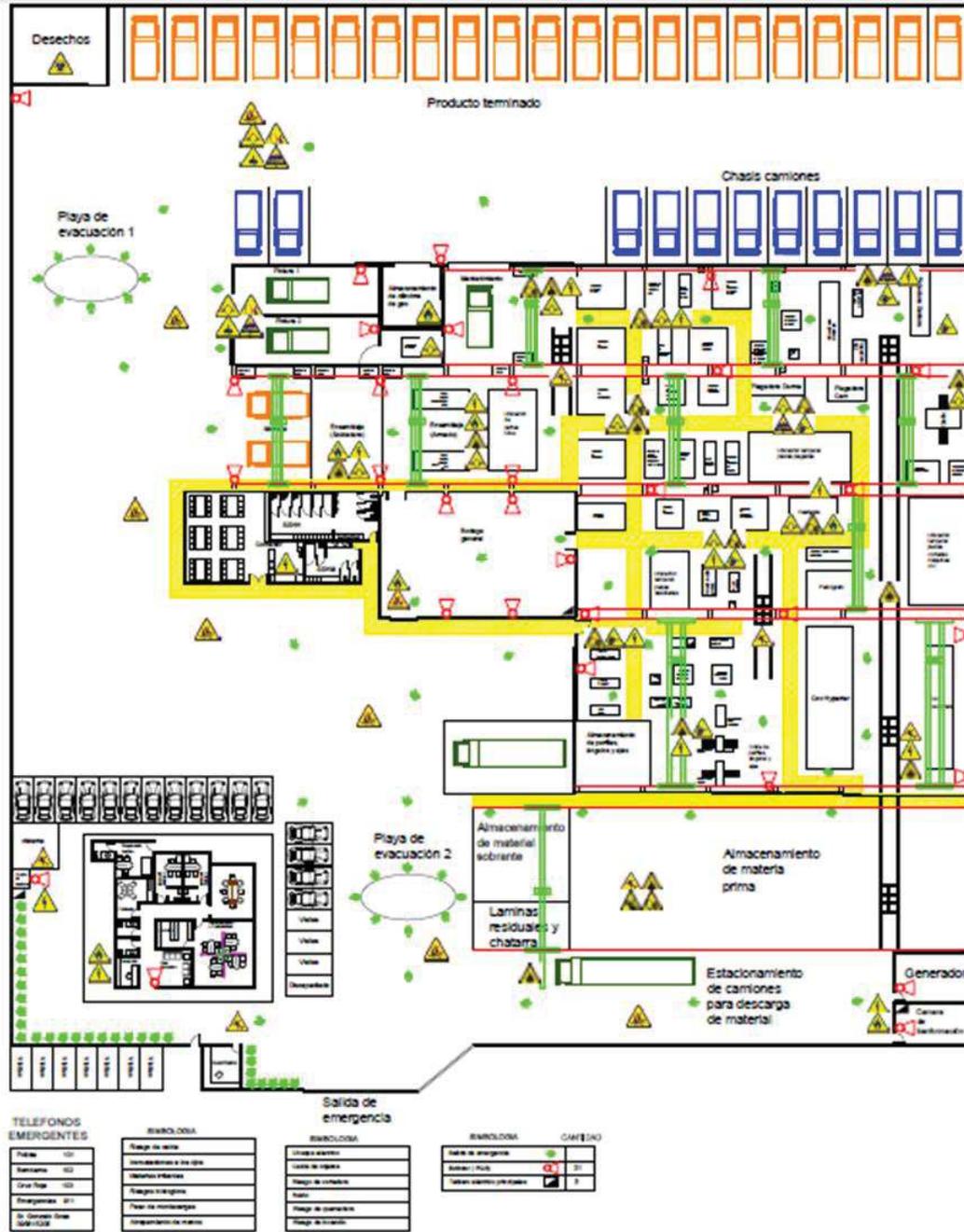
**Diagrama de flujo del conjunto
mecánico de elevación de la
nueva planta de Industrias I.V.E.**

DIAGRAMA DE FLUJO DEL CONJUNTO MECÁNICO DE ELEVACIÓN



Anexo 14

Mapa de riesgos y recursos para la nueva planta de Industrias I.V.E.



Anexo 15
Análisis económico del proyecto
(con reubicación)

PLANTILLA RESULTADOS Y FLUJOS DE UNA EMPRESA O PROYECTO											
RENTABILIDAD, VAN y TIR											
a) Duración del proyecto											
Duración del proyecto (años o periodos) 10											
b) Capital de trabajo											
b-1) Política de inventarios y créditos a clientes y de proveedores											
Poner los valores en meses											
AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* STOCKS MATERIA PRIMA Y MATERIALES DE PRODUCCION (en meses de ventas)	\$ -	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0	\$ 3.0
* STOCKS ACABADOS Y SEMI ACABADOS (en meses de ventas)	\$ -	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5	\$ 0.5
* CREDITO A CLIENTES (en meses de ventas)	\$ -	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0
* DEUDA A PROVEEDORES (en meses de compra de MP) (poner valor positivo)	\$ -	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0	\$ 1.0
b-2) Inversión en capital de trabajo											
AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* INVENTARIO MATERIA PRIMA Y MATERIALES DE PRODUCCION	\$ -	\$ 393,263	\$ 427,114	\$ 464,291	\$ 503,110	\$ 541,292	\$ 587,964	\$ 634,259	\$ 683,316	\$ 735,283	\$ 790,314
* INVENTARIO ACABADOS Y SEMI ACABADOS	\$ -	\$ 89,618	\$ 96,871	\$ 103,712	\$ 111,060	\$ 118,642	\$ 126,812	\$ 134,846	\$ 143,956	\$ 153,444	\$ 163,931
* CREDITO A CLIENTES	\$ -	\$ 272,059	\$ 295,892	\$ 321,196	\$ 348,052	\$ 376,541	\$ 406,753	\$ 438,778	\$ 472,718	\$ 508,669	\$ 546,739
* DEUDA A PROVEEDORES	\$ -	\$ (163,860)	\$ (145,442)	\$ (157,812)	\$ (170,918)	\$ (184,863)	\$ (199,627)	\$ (215,277)	\$ (231,860)	\$ (249,425)	\$ (268,024)
* CAPITAL DE TRABAJO OPERATIVO (CTO)	\$ -	\$ 591,061	\$ 675,021	\$ 731,387	\$ 791,284	\$ 854,613	\$ 921,901	\$ 992,607	\$ 1,068,130	\$ 1,147,970	\$ 1,232,982
* CAPITAL DE TRABAJO NO OPERATIVO (CTNO) (depr. RR, IVA, etc.)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* CAPITAL DE TRABAJO (CTO + CTNO)	\$ -	\$ 591,061	\$ 675,021	\$ 731,387	\$ 791,284	\$ 854,613	\$ 921,901	\$ 992,607	\$ 1,068,130	\$ 1,147,970	\$ 1,232,982
* INVERSION EN CAPITAL DE TRABAJO + VARIACION DEL CAPITAL DE TRABAJO	\$ -	\$ 81,939	\$ 56,367	\$ 59,897	\$ 63,329	\$ 67,290	\$ 70,704	\$ 75,523	\$ 79,840	\$ 85,012	\$ (641,901)
d) Proyecto Apalancado											
d-1) Proyecto Apalancado: Resultado Neto											
		UNIDADES									
		326	341	356	371	386	401	416	431	446	461
		VALOR DE VENTA									
AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* PRODUCCION VENDIDA (VENTAS BRUTAS)	\$ -	\$ 3,264,710	\$ 3,550,706	\$ 3,854,357	\$ 4,176,620	\$ 4,518,497	\$ 4,881,041	\$ 5,265,359	\$ 5,672,613	\$ 6,104,023	\$ 6,560,870
* REBAJAS, DEVOLUCIONES	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* VENTAS NETAS (VN)	\$ -	\$ 3,264,710	\$ 3,550,706	\$ 3,854,357	\$ 4,176,620	\$ 4,518,497	\$ 4,881,041	\$ 5,265,359	\$ 5,672,613	\$ 6,104,023	\$ 6,560,870
* MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES VARIABLES CONSUMIDOS PARA VENTAS	\$ -	\$ 1,573,052	\$ 1,710,854	\$ 1,857,164	\$ 2,012,442	\$ 2,177,170	\$ 2,351,856	\$ 2,537,034	\$ 2,733,264	\$ 2,941,132	\$ 3,161,257
* MATERIALES Y SUMINISTROS SEMI-VARIABLES Y FLUJOS CONSUMIDOS PARA VENTAS (EPP)	\$ -	\$ 9,000	\$ 9,360	\$ 9,734	\$ 10,124	\$ 10,529	\$ 10,950	\$ 11,388	\$ 11,843	\$ 12,317	\$ 12,810
* REMUNERACIONES PERSONAL PROD. (MANO DE OBRA DIRECTA Y SEMI DIRECTA)	\$ -	\$ 342,900	\$ 373,960	\$ 406,097	\$ 439,395	\$ 473,848	\$ 509,467	\$ 546,260	\$ 584,237	\$ 623,401	\$ 663,851
* SERVICIOS BASICOS DEL LOCAL DE PROD. (LUG. AGUA, TRIF., ETC.)	\$ -	\$ 31,200	\$ 33,933	\$ 36,835	\$ 39,915	\$ 43,182	\$ 46,647	\$ 50,320	\$ 54,212	\$ 58,325	\$ 62,701
* DEPRECIACIONES, AMORTIZACIONES, PROVISIONES DE PROD.	\$ -	\$ 123,680	\$ 123,684	\$ 121,243	\$ 120,531	\$ 114,641	\$ 111,430	\$ 92,631	\$ 86,369	\$ 74,482	\$ 70,568
* ALQUILER DE LOCALES, MAQUINARIA, ETC. DE PROD.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* SERVICIOS PRODUCTIVOS COMPRADOS (AJUSTACION, MANTENIMIENTO, CAPACITACION)	\$ -	\$ 66,920	\$ 69,597	\$ 72,381	\$ 75,276	\$ 78,287	\$ 81,418	\$ 84,676	\$ 88,062	\$ 91,585	\$ 95,248
* SEGUROS, IMPUESTOS (NO A LA RENTA), OTROS GASTOS DE PROD.	\$ -	\$ 5,000	\$ 5,200	\$ 5,424	\$ 5,672	\$ 5,943	\$ 6,236	\$ 6,552	\$ 6,891	\$ 7,254	\$ 7,642
* COSTO DE PRODUCCION	\$ -	\$ 2,150,851	\$ 2,324,568	\$ 2,489,079	\$ 2,665,449	\$ 2,847,403	\$ 3,043,500	\$ 3,236,299	\$ 3,454,953	\$ 3,682,645	\$ 3,934,870
* VARIACION DE STOCKS ACABADOS Y SEMI ACABADOS (INAD AGUI)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* COSTO DE VENTAS (CV) (= COSTO DE PRODUCCION, SIMPLIFICACION)	\$ -	\$ 2,150,851	\$ 2,324,568	\$ 2,489,079	\$ 2,665,449	\$ 2,847,403	\$ 3,043,500	\$ 3,236,299	\$ 3,454,953	\$ 3,682,645	\$ 3,934,870
* RESULTADO BRUTO (RB = VN - CV)	\$ -	\$ 1,113,859	\$ 1,226,137	\$ 1,365,278	\$ 1,511,171	\$ 1,671,094	\$ 1,837,541	\$ 2,029,060	\$ 2,217,661	\$ 2,421,378	\$ 2,626,000
* MATERIALES CONSUMIDOS POR ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ 7,200	\$ 7,488	\$ 7,788	\$ 8,099	\$ 8,423	\$ 8,760	\$ 9,110	\$ 9,475	\$ 9,854	\$ 10,248
* REMUNERACIONES ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ 360,000	\$ 374,400	\$ 389,376	\$ 404,951	\$ 421,149	\$ 437,995	\$ 455,518	\$ 473,735	\$ 492,685	\$ 512,392
* SERVICIOS BASICOS PARA ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500
* DEPRECIACIONES, AMORTIZACIONES, PROVISIONES DE ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500
* ALQUILER DE TERRENO	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* SERVICIOS COMPRADOS PARA ADM., COMERCIAL Y DISTRIB. (CONTABILIDAD, GUARDIANA, PUBLICIDAD, TRANSPORTE, ETC.)	\$ -	\$ 7,400	\$ 7,696	\$ 8,004	\$ 8,324	\$ 8,657	\$ 9,003	\$ 9,361	\$ 9,738	\$ 10,127	\$ 10,533
* SEGUROS, IMPUESTOS (NO A LA RENTA), OTROS GASTOS DE ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ 5,000	\$ 5,200	\$ 5,424	\$ 5,672	\$ 5,943	\$ 6,236	\$ 6,552	\$ 6,891	\$ 7,254	\$ 7,642
* GASTOS OPERATIVOS ADMINISTRATIVOS, COMERCIALES Y DISTRIBUCION (GA)	\$ -	\$ 376,100	\$ 391,084	\$ 406,667	\$ 422,874	\$ 439,729	\$ 457,218	\$ 475,489	\$ 494,448	\$ 514,166	\$ 534,673
* RESULTADO OPERATIVO (RO = RB - GA)	\$ -	\$ 737,759	\$ 835,053	\$ 958,611	\$ 1,088,297	\$ 1,231,365	\$ 1,380,283	\$ 1,537,572	\$ 1,723,213	\$ 1,907,212	\$ 2,091,327
* INTERESES DE PRESTAMOS	\$ -	\$ (107,100)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
* OTROS BENEFICIOS O GASTOS FINANCIEROS	\$ -	\$ -	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
* RESULTADO FINANCIERO (RF)	\$ -	\$ (107,100)	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0	\$ 0
* PLUSVALIAS DE VENTAS ACTV. FIJOS (CON RELACIONAL VALOR DE LIBROS)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* MINUSVALIAS DE VENTAS ACTV. FIJOS (CON RELACIONAL VALOR DE LIBROS)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* OTROS BENEFICIOS O GASTOS EXTRAORDINARIOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* RESULTADO EXTRAORDINARIO (REX)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* RESULTADO ECONOMICO (RE = RO + RF + REX)	\$ -	\$ 630,659	\$ 835,053	\$ 958,611	\$ 1,088,297	\$ 1,231,365	\$ 1,380,283	\$ 1,537,572	\$ 1,723,213	\$ 1,907,212	\$ 2,091,327
* PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES (15% DE RE POSTIVO)	\$ -	\$ (94,599)	\$ (125,258)	\$ (143,792)	\$ (163,245)	\$ (184,705)	\$ (207,042)	\$ (233,036)	\$ (258,482)	\$ (286,082)	\$ (315,699)
* RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS (RAI)	\$ -	\$ 536,060	\$ 709,795	\$ 814,819	\$ 925,052	\$ 1,046,660	\$ 1,173,241	\$ 1,304,536	\$ 1,464,731	\$ 1,621,130	\$ 1,775,628
* IMPUESTO A LA RENTA SIMPLIFICADO (25% DE RAI, SI RAI POSITIVO)	\$ -	\$ (134,015)	\$ (177,449)	\$ (203,705)	\$ (231,263)	\$ (261,665)	\$ (293,310)	\$ (330,134)	\$ (366,183)	\$ (405,283)	\$ (446,407)
* RESULTADO LIQUIDO (RL)	\$ -	\$ 402,045	\$ 532,346	\$ 611,115	\$ 693,789	\$ 784,995	\$ 879,930	\$ 990,402	\$ 1,098,548	\$ 1,215,848	\$ 1,333,221
* RESERVAS (LEGALES, ESTADUARIAS, VOLUNTARIAS)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* RESULTADO NETO, PROYECTO DESAPALANCADO (RN)	\$ -	\$ 402,045	\$ 532,346	\$ 611,115	\$ 693,789	\$ 784,995	\$ 879,930	\$ 990,402	\$ 1,098,548	\$ 1,215,848	\$ 1,333,221
d-2) Proyecto apalancado: Flujo Neto (a partir del resultado neto)											
AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* RESULTADO NETO, PROYECTO DESAPALANCADO (RN)	\$ -	\$ 402,045	\$ 532,346	\$ 611,115	\$ 693,789	\$ 784,995	\$ 879,930	\$ 990,402	\$ 1,098,548	\$ 1,215,848	\$ 1,333,221
* DEPRECIACIONES, AMORTIZACIONES, PROVISIONES (PROD., ADM., VENT., DISTR.)	\$ -	\$ 125,180	\$ 125,184	\$ 122,743	\$ 122,031	\$ 116,141	\$ 112,930	\$ 94,131	\$ 87,869	\$ 75,982	\$ 72,064
* VARIACION DEL CAPITAL DE TRABAJO	\$ -	\$ (83,539)	\$ (56,367)	\$ (59,897)	\$ (63,329)	\$ (67,290)	\$ (70,704)	\$ (75,523)	\$ (79,840)	\$ (85,012)	\$ (641,901)
* FLUJO NETO PREVISTO POR OPERACIONES DESPUES DE IMPUESTOS (O)	\$ -	\$ 443,285	\$ 601,144	\$ 673,961	\$ 752,491	\$ 833,846	\$ 922,157	\$ 1,009,010	\$ 1,106,576	\$ 1,206,817	\$ 2,047,190
* VENTA DE ACTIVOS FIJOS (VALOR LIBROS)	\$ -	\$ 1,020,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* COMPRA DE ACTIVOS FIJOS (VALOR COMPRA - COSTOS TRANSACCION)	\$ -	\$ (2,043,535)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* FLUJO NETO PREVISTO POR ACTIVIDADES DE INVERSION (I)	\$ -	\$ (2,043,535)	\$ 1,020,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* NUEVOS PRESTAMOS BANCARIOS (NO NULOS AGUI)	\$ -	\$ 714,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* NUEVOS APORTES DE CAPITAL	\$ -	\$ 1,329,535	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* PAGO DEL CAPITAL DE PRESTAMOS EXISTENTES (NO NULO AGUI)	\$ -	\$ (714,000)	\$ (0)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* REINTEGRO RESERVAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* FLUJO NETO PREVISTO POR ACTIVIDADES DE FINANCIAMIENTO (F)	\$ -	\$ 2,043,535	\$ (714,000)	\$ (0)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* FLUJO NETO DESPUES DE IMPUESTOS (O + I + F)	\$ -	\$ 443,285	\$ 601,144	\$ 673,961	\$ 752,491	\$ 833,846	\$ 922,157	\$ 1,009,010	\$ 1,106,576	\$ 1,206,817	\$ 2,047,190
(Proyecto Reanado?)	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
d-3) Proyecto apalancado: Flujo libre del proyecto (a partir del flujo neto), Rentabilidad del inversionista.											
AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* FLUJO NETO DESPUES DE IMPUESTOS	\$ -	\$ 749,285	\$ 601,144	\$ 673,961	\$ 752,491	\$ 833,846	\$ 922,157	\$ 1,009,010	\$ 1,106,576	\$ 1,206,817	\$ 2,047,190
* FLUJO NETO PREVISTO POR ACTIVIDADES DE FINANCIAMIENTO (F)	\$ -	\$ (2,043,535)	\$ 714,000	\$ (0)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* INTERESES DE PRESTAMOS BANCARIOS	\$ -	\$ 107,100	\$ (0)	\$ (0)	\$ (0)	\$ (0)	\$ (0)	\$ (0)	\$ (0)	\$ (0)	\$ (0)
* REINTEGRO RESERVAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* FLUJO LIBRE DEL PROYECTO (PROYECTO DESAPALANCADO)	\$ -	\$ (2,043,535)	\$ 1,570,385	\$ 601,144	\$ 673,961	\$ 752,491	\$ 833,846	\$ 922,157	\$ 1,009,010	\$ 1,106,576	\$ 1,206,817
* FLUJO ACUMULADO DEL PROYECTO (PROYECTO DESAPALANCADO)	\$ -	\$ (2,043,535)	\$ (473,149)	\$ 127,995	\$ 801,955	\$ 1,554,447	\$ 2,388,293	\$ 3,310,449	\$ 4,319,459	\$ 5,426,035	\$ 6,632,853
PROYECTO DESAPALANCADO											
Tasa de descuento del proyecto	15.00%										
VAN del proyecto	\$ 2,933,452										
TIR del proyecto	49.60%										
d-4) Proyecto apalancado: Flujo libre del inversionista, a partir del flujo neto, Rentabilidad del inversionista.											
AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* FLUJO NETO DESPUES DE IMPUESTOS	\$ -	\$ 749,285	\$ 601,144	\$ 673,961	\$ 752,491	\$ 833,846	\$ 922,157	\$ 1,009,010	\$ 1,106,576	\$ 1,206,817	\$ 2,047,190
* NUEVOS APORTES DE CAPITAL PROPIO	\$ -	\$ (1,329,535)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* FLUJO LIBRE DEL INVERSIONISTA (PROYECTO APALANCADO)	\$ -	\$ (1,329,535)	\$ 749,285	\$ 601,144	\$ 673,961	\$ 752,491	\$ 833,846	\$ 922			

Anexo 16
Análisis económico del proyecto
(sin reubicación)

Anexo 17
Análisis económico comparativo
del proyecto (con-sin)

PLANTILLA RESULTADOS Y FLUJOS DE UNA EMPRESA o PROYECTO
RENTABILIDAD, VAN y TIR

a) Duración del proyecto

Duración del proyecto (años o periodos)	10
---	----

d) Proyecto apalancado

d-1) Proyecto apalancado: Resultado Neto

AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* PRODUCCION VENDIDA (VENTAS BRUTAS)	\$ -	\$ 144,710	\$ 305,906	\$ 479,765	\$ 667,044	\$ 868,538	\$ 1,085,084	\$ 1,317,564	\$ 1,566,906	\$ 1,834,088	\$ 2,120,137
- REBAJAS, DEVOLUCIONES	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= VENTAS NETAS (VN)	\$ -	\$ 144,710	\$ 305,906	\$ 479,765	\$ 667,044	\$ 868,538	\$ 1,085,084	\$ 1,317,564	\$ 1,566,906	\$ 1,834,088	\$ 2,120,137
* MATERIAS PRIMAS Y MATERIALES VARIABLES CONSUMIDOS PARA VENTAS	\$ -	\$ 69,726	\$ 147,396	\$ 231,168	\$ 321,405	\$ 418,492	\$ 522,831	\$ 634,848	\$ 754,990	\$ 883,728	\$ 1,021,556
* MATERIALES Y SUMINISTROS SEMI-VARIABLES Y FLUJOS CONSUMIDOS PARA VENTAS (EPP)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* REMUNERACIONES PERSONAL PROD. (MANO DE OBRE DIRECTA Y SEMI DIRECTA)	\$ -	\$ -	\$ 16,280	\$ 16,190	\$ 16,132	\$ 16,102	\$ 16,098	\$ 16,118	\$ 16,161	\$ 16,225	\$ 16,309
* SERVICIOS BASICOS DEL LOCAL DE PROD. (LUZ, AGUA, TELF., ETC.)	\$ -	\$ -	\$ 1,485	\$ 3,089	\$ 4,819	\$ 6,683	\$ 8,687	\$ 10,842	\$ 13,155	\$ 15,635	\$ 18,293
* DEPRECIACIONES, AMORTIZACIONES, PROVISIONES DE PROD.	\$ -	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568	\$ 70,568
* ALQUILER DE LOCALES, MAQUINARIA, ETC. DE PROD.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* SERVICIOS PRODUCTIVOS COMPRADOS (ALIMENTACION, MANTENIMIENTO, CAPACITACION)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* SEGUROS, IMPUESTOS (NO A LA RENTA), OTROS GASTOS DE PROD.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= COSTO DE PRODUCCION	\$ -	\$ 140,294	\$ 235,729	\$ 321,015	\$ 412,924	\$ 511,844	\$ 618,184	\$ 732,376	\$ 854,874	\$ 986,155	\$ 1,126,725
- VARIACION DE STOCKS ACABADOS Y SEMI ACABADOS (NULO AQUÍ)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= COSTO DE VENTAS (CV) (= COSTO DE PRODUCCION, SIMPLIFICACION)	\$ -	\$ 140,294	\$ 235,729	\$ 321,015	\$ 412,924	\$ 511,844	\$ 618,184	\$ 732,376	\$ 854,874	\$ 986,155	\$ 1,126,725
RESULTADO BRUTO (RB = VN - CV)	\$ -	\$ 4,416	\$ 70,177	\$ 158,751	\$ 254,121	\$ 356,694	\$ 466,900	\$ 585,188	\$ 712,033	\$ 847,933	\$ 993,411
* MATERIALES CONSUMIDOS POR ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* REMUNERACIONES ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* SERVICIOS BASICOS PARA ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* DEPRECIACIONES, AMORTIZACIONES, PROVISIONES DE ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500	\$ 1,500
* ALQUILER DE LOCALES, EQUIPOS, ETC. PARA ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ (23,184)	\$ (24,111)	\$ (26,079)	\$ (29,315)	\$ (34,118)	\$ (41,753)	\$ (52,811)	\$ (69,522)	\$ (95,146)	\$ (135,422)
* SERVICIOS COMPRADOS PARA ADM., COMERCIAL Y DISTRIB. (CONTABILIDAD, GUARDIANA, PUBLICIDAD, TRANSPORTE, ETC.)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* SEGUROS, IMPUESTOS (NO A LA RENTA), OTROS GASTOS DE ADM., COM. Y DISTRIB.	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= GASTOS OPERATIVOS ADMINISTRATIVOS, COMERCIALES Y DISTRIBUCION (GA)	\$ -	\$ (21,684)	\$ (22,611)	\$ (24,579)	\$ (27,835)	\$ (32,818)	\$ (40,253)	\$ (51,311)	\$ (68,022)	\$ (93,646)	\$ (133,922)
RESULTADO OPERATIVO (RO = RB - GA)	\$ -	\$ 26,100	\$ 92,788	\$ 183,330	\$ 281,956	\$ 389,512	\$ 507,153	\$ 636,519	\$ 780,055	\$ 941,578	\$ 1,127,333
- INTERESES DE PRESTAMOS (BANCARIOS Y OBLIGATARIOS) -NO NULOS AQUÍ	\$ -	\$ (107,100)	\$ 0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+/- OTROS BENEFICIOS O GASTOS FINANCIEROS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= RESULTADO FINANCIERO (RF)	\$ -	\$ (107,100)	\$ 0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* PLUSVALIAS DE VENTAS ACTV. FIJOS (CON RELACIONAL VALOR DE LIBROS)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- MINUSVALIAS DE VENTAS ACTV. FIJOS (CON RELACIONAL VALOR DE LIBROS)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
+/- OTROS BENEFICIOS O GASTOS EXTRAORDINARIOS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= RESULTADO EXTRAORDINARIO (RE)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
RESULTADO ECONOMICO (RE = RO + RE + REI)	\$ -	\$ (81,000)	\$ 92,788	\$ 183,330	\$ 281,956	\$ 389,512	\$ 507,153	\$ 636,519	\$ 780,055	\$ 941,578	\$ 1,127,333
- PARTICIPACION DE LOS TRABAJADORES (15% DE RE positivo)	\$ -	\$ 12,150	\$ (13,918)	\$ (27,499)	\$ (42,493)	\$ (68,427)	\$ (106,073)	\$ (164,478)	\$ (250,000)	\$ (375,000)	\$ (540,000)
= RESULTADO ANTES DE IMPUESTOS (RAI)	\$ -	\$ (68,850)	\$ 78,870	\$ 155,830	\$ 239,463	\$ 331,085	\$ 431,080	\$ 541,041	\$ 666,046	\$ 800,341	\$ 958,233
- IMPUESTO A LA RENTA SIMPLIFICADO (25% de RAI, si RAI positivo)	\$ -	\$ 17,212	\$ (19,217)	\$ (38,958)	\$ (59,916)	\$ (82,771)	\$ (107,770)	\$ (135,260)	\$ (165,762)	\$ (200,085)	\$ (239,558)
= RESULTADO LIQUIDO (RL)	\$ -	\$ (51,637)	\$ 59,152	\$ 116,873	\$ 179,547	\$ 248,314	\$ 323,310	\$ 405,781	\$ 492,285	\$ 600,256	\$ 718,675
- RESERVAS (LEGALES, ESTADUARIAS, VOLUNTARIAS)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= RESULTADO NETO, PROYECTO DESAPALANCADO (RN)	\$ -	\$ (51,637)	\$ 59,152	\$ 116,873	\$ 179,547	\$ 248,314	\$ 323,310	\$ 405,781	\$ 492,285	\$ 600,256	\$ 718,675

d-2) Proyecto apalancado: Flujo Neto (a partir del resultado neto)

AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* RESULTADO NETO, PROYECTO DESAPALANCADO (RN)	\$ -	\$ (51,637)	\$ 59,152	\$ 116,873	\$ 179,547	\$ 248,314	\$ 323,310	\$ 405,781	\$ 492,285	\$ 600,256	\$ 718,675
* DEPRECIACIONES, AMORTIZACIONES, PROVISIONES (PROD. ADM. VENT. DISTR.)	\$ -	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068	\$ 72,068
- VARIACION DEL CAPITAL DE TRABAJO	\$ -	\$ (30,180)	\$ (31,877)	\$ (34,341)	\$ (36,951)	\$ (39,715)	\$ (42,641)	\$ (45,737)	\$ (49,012)	\$ (52,477)	\$ 362,940
= FLUJO NETO PREVISTO POR OPERACIONES DESPUES DE IMPUESTOS (O)	\$ -	\$ (9,750)	\$ 99,343	\$ 154,599	\$ 214,863	\$ 280,666	\$ 352,737	\$ 432,111	\$ 520,340	\$ 619,847	\$ 1,153,682
* VENTA DE ACTIVOS FIJOS (VALOR LIBROS)	\$ -	\$ 1,020,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- COMPRA DE ACTIVOS FIJOS (VALOR COMPRA + COSTOS TRANSACCION)	\$ (2,043,535)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= FLUJO NETO PREVISTO POR ACTIVIDADES DE INVERSION (I)	\$ (2,043,535)	\$ 1,020,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* NUEVOS PRESTAMOS BANCARIOS (NO NULOS AQUÍ)	\$ 714,000	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* NUEVOS APORTES DE CAPITAL	\$ 1,329,535	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
- PAGO DEL CAPITAL DE PRESTAMOS EXISTENTES (NO NULO AQUÍ)	\$ -	\$ (714,000)	\$ (0)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* REINTEGRO RESERVAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= FLUJO NETO PREVISTO POR ACTIVIDADES DE FINANCIAMIENTO (F)	\$ 2,043,535	\$ (714,000)	\$ (0)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
FLUJO NETO DESPUES DE IMPUESTOS (O + I + F)	\$ -	\$ 296,241	\$ 99,343	\$ 154,599	\$ 214,863	\$ 280,666	\$ 352,737	\$ 432,111	\$ 520,340	\$ 619,847	\$ 1,153,682
(Proyecto financiado?)											

d-3) Proyecto apalancado: Flujo libre del proyecto (a partir del flujo neto). Rentabilidad del proyecto.

AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* FLUJO NETO DESPUES DE IMPUESTOS	\$ -	\$ 296,241	\$ 99,343	\$ 154,599	\$ 214,863	\$ 280,666	\$ 352,737	\$ 432,111	\$ 520,340	\$ 619,847	\$ 1,153,682
- FLUJO NETO PREVISTO POR ACTIVIDADES DE FINANCIAMIENTO (F)	\$ (2,043,535)	\$ 714,000	\$ 0	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* INTERESES DE PRESTAMOS BANCARIOS	\$ -	\$ 107,100	\$ (0)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
* REINTEGRO RESERVAS	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= FLUJO LIBRE DEL PROYECTO (DIFERENCIAL CON-SIN)	\$ (2,043,535)	\$ 1,117,341	\$ 99,343	\$ 154,599	\$ 214,863	\$ 280,666	\$ 352,737	\$ 432,111	\$ 520,340	\$ 619,847	\$ 1,153,682
= FLUJO ACUMULADO DEL PROYECTO INCREMENTAL (CON-SIN)	\$ (2,043,535)	\$ (926,193)	\$ (826,850)	\$ (672,251)	\$ (457,388)	\$ (176,721)	\$ 176,015	\$ 608,127	\$ 1,228,467	\$ 1,748,314	\$ 2,901,996

TIR **18.94%**

d-4) Proyecto apalancado: Flujo libre del inversionista

AÑOS (o periodos)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
* FLUJO NETO DESPUES DE IMPUESTOS	\$ -	\$ 296,241	\$ 99,343	\$ 154,599	\$ 214,863	\$ 280,666	\$ 352,737	\$ 432,111	\$ 520,340	\$ 619,847	\$ 1,153,682
- NUEVOS APORTES DE CAPITAL PROPIO	\$ (1,329,535)	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
= FLUJO LIBRE DEL INVERSIONISTA (PROYECTO INCREMENTAL)	\$ (1,329,535)	\$ 296,241	\$ 99,343	\$ 154,599	\$ 214,863	\$ 280,666	\$ 352,737	\$ 432,111	\$ 520,340	\$ 619,847	\$ 1,153,682

Tasa de descuento del inversionista	16.00%
VAN del inversionista	\$ 231,915
TIR del inversionista	19.31%