

**DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE
LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S. PARA SUS
PRODUCTOS DE CATÁLOGO BASADO EN LAS CARGAS DE TRABAJO**

ANDRÉS FELIPE MELGAREJO LÓPEZ

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2017

**DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE
LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S. PARA SUS
PRODUCTOS DE CATÁLOGO BASADO EN LAS CARGAS DE TRABAJO**

ANDRÉS FELIPE MELGAREJO LÓPEZ

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico

Director

ISNARDO GONZÁLEZ JAIMES

Ingeniero Mecánico

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA
BUCARAMANGA**

2017

Dedicatoria

*Primeramente, a Dios por guiarme con su sabiduría y permitirme
culminar esta meta en mi vida*

*A mis padres Domingo Melgarejo y Nelcy Lopez, por formarme en
un hogar lleno de principios, valores y amor. Su dedicación y
esfuerzo me ha permitido lograr mis sueños. Sus consejos y
enseñanzas son la mejor guía.*

*A mis amigos y compañeros que estuvieron a mi lado en los salones
de clase, celebrando los triunfos y alentándonos ante los errores.*

Andres Felipe Melgarejo Lopez

Agradecimientos

Al profesor Isnardo González Jaime por el tiempo dedicado para asesorar este proyecto, por su paciencia, dedicación y guía en cada etapa.

A todos los empleados de la empresa García Vega S.A.S. en cabeza del ingeniero Fabio José García Vega por brindarme su experiencia y permitirme realizar mi proyecto de grado.

Al ingeniero Mauricio Lamus Bayona por ser la persona que creyó y apoyo con su experiencia y tiempo el desarrollo de este proyecto

A los profesores de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Industrial de Santander por formarme éticamente para la vida profesional y personal.

A todos lo que de algún modo aportaron en este proyecto, gracias totales.

Andres Felipe Melgarejo Lopez

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	19
1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA	21
1.1 RESEÑA HISTÓRICA.....	21
1.2 POLITICAS INSTITUCIONALES DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S	22
1.2.1 Propósitos de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.	22
1.2.2 Valores de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.	24
1.2.3 Principios de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.....	24
1.2.4 Políticas de calidad.....	25
1.2.5 Objetivos de calidad	25
1.3 ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	26
1.3.1 Equipos para construcción.....	27
1.3.1.1 Andamios	27
1.3.1.2 Formaletas	28
1.3.1.3 Maquinaria.	28
1.3.2 Ingeniería y construcciones metálicas.	30
1.3.3 Galvanizado por inmersión.	30
1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	31
1.5 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA	35
1.6 OBJETIVOS	37
1.6.1 Objetivo general.....	37
1.6.2 Objetivos específicos.....	38

2.	DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN ...	40
2.1	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN ..	40
2.2	PROCESOS DE FABRICACIÓN	41
2.2.1	Descarga de material o carga de producto terminado.	41
2.2.2	Corte, trazos y dobles.	42
2.2.3	Mecanizado, perforado, punzado y destijorado.	44
2.2.4	Ensamblado.	46
2.2.5	Recubrimiento y protección.	47
2.3	LAYOUT DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN	47
3.	DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL DISEÑO, DESARROLLO Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS EN LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.	50
3.1	FASE DE DISEÑO	51
3.2	SOLICITUD DE ORDEN DE PRODUCCIÓN	52
3.3	PLANEACIÓN Y VERIFICACIÓN DE LA MATERIA PRIMA E INSUMOS DE FABRICACIÓN	53
3.4	PLANEACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN	54
3.5	PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN	54
3.6	CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN	55
4.	MARCO TEÓRICO.....	57
4.1	PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN.....	57
4.2	PROBLEMA DE LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN AMBIENTE TIPO TALLER.....	58

4.2.1	Supuestos básicos para dar partida a la solución.....	60
4.2.2	Objetivos comunes a los que se propone dar solución.....	61
4.2.3	Reglas de prioridad o despacho.	62
4.3	ESTADO DEL ARTE DE LOS ALGORITMOS HEURÍSTICOS QUE ABORDAN EL PROBLEMA DE LA PROGRAMACIÓN JOB SHOP.....	63
4.3.1	Ramificación y poda (Branch & Bound).	63
4.3.2	Recocido Simulado (Simulated Annealing).	64
4.3.3	Búsqueda tabú (Tabu Search).....	64
4.3.4	Algoritmo genético (Genetic algorithms).....	65
4.3.5	Heurísticas basadas en cuellos de botella (Bottleneck based heuristics).	65
4.3.6	Métodos de búsqueda local.	65
4.4	ALGORITMO DE BÚSQUEDA ALEATORIA PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN UN TALLER DE FABRICACIÓN	66
5.	IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN PRODUCTOS DE CATÁLOGO PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.....	71
5.1	METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.....	71
5.1.1	ELABORACIÓN DEL QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT).....	72
5.1.1.1	Requerimientos de la empresa García Vega S.A.S.	72
5.1.1.2	Matriz Calidad.	73
5.1.1.3	Organización de los criterios de diseño.....	74
5.2	DESARROLLO DEL MODELO DEL SOFTWARE	75
5.3	DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL SOFTWARE MODELO PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.....	76
5.3.1	Ventana acceso al programa.	76

5.3.2	Módulo de programación de producción.....	76
5.3.2.1	Ventana orden de producción.	76
5.3.2.2	Ventana programación de la producción.....	77
5.3.3	Módulos de información.....	79
5.3.3.1	Ventana proveedores.....	79
5.3.3.2	Ventana empleados.....	80
5.3.3.3	Ventana Proyectos.....	81
5.3.3.4	Ventana de inventario.....	83
5.3.3.5	Ventana de máquinas.....	84
5.3.3.6	Ventana de informes.....	84
6.	PLATAFORMA EN EJECUCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.....	86
6.1	VENTANA INGRESO AL SOFTWARE.....	86
6.2	MENÚ MÁQUINA.....	87
6.2.1	Ventana Nueva Máquina y Gestor de Máquina.....	87
6.3	MENÚ PROYECTOS.....	89
6.3.1	Ventana Nuevo Proyecto.....	89
6.3.2	Ventana Gestor de Proyecto.....	90
6.4	MENÚ PRODUCCIÓN.....	94
6.4.1	Ventana Orden de Producción.....	94
6.4.2	Ventana Gestor de Programación.....	95
6.5	MENÚ EMPLEADOS.....	97
6.5.1	Ventana Nuevo Empleado y Gestor de Empleados.....	97
6.6	MENÚ PROVEEDORES.....	99
6.6.1	Ventana Nuevo Proveedor y Gestor de Proveedores.....	99

6.7	MENÚ INVENTARIO.....	100
6.7.1	Ventana Nuevo inventario y Gestor de Inventario.	100
6.8	MENÚ INFORMES.....	101
7.	REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y PRUEBAS DEL SOFTWARE	103
7.1	REQUERIMIENTOS DE HARDWARE.....	103
7.2	REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE	103
7.3	PRUEBAS DEL SOFTWARE.....	104
7.3.1	Análisis de las pruebas.	104
8.	CONCLUSIONES.....	107
9.	RECOMENDACIONES	108
	BIBLIOGRAFÍA.....	109
	ANEXOS.....	111

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación de las oficinas principales de García Vega S.A.S. Bucaramanga	21
Figura 2. Principales actividades económicas de García Vega S.A.S.	23
Figura 3. Actividades económicas de GARCÍA VEGA S.A.S.....	26
Figura 4. Andamio Multidireccional GARCÍA VEGA S.A.S.	27
Figura 5. Tablero Metálico Estándar y Circulas fabricado por GARCÍA VEGA S.A.S.	28
Figura 6. Algunos equipos para servicio de alquiler. Marca WACKER NEUSON..	29
Figura 7. Cubierta coliseo fabricado por GARCÍA VEGA S.A.S.....	30
Figura 8. Proceso de galvanizado realizado por GARCÍA VEGA S.A.S.	31
Figura 9. Planta de Producción GARCÍA VEGA S.A.S.....	32
Figura 10. Andamio multidireccional tipo Torre auto estable	33
Figura 11. Andamio multidireccional tipo torre fachada	33
Figura 12. Estructura metálica, techo del centro comercial parque caracolí	34
Figura 13. Proceso básico de producción de García Vega S.A.S.....	36
Figura 14. Esquema de la estructura de un software CAPP desarrollado para García Vega S.A.S	37
Figura 15. Organigrama de la planta de producción GARCIA VEGA S.A.S Girón.	40
Figura 16. Puente grúa para el descargue materia o despacho de producto	41
Figura 17. Cuarto de pintura y acabado de los elementos.....	47
Figura 18. Layout de la planta de producción vista desde el ingreso.....	48
Figura 19. Layout de la planta de producción vista desde el puente grúa	49
Figura 20. Fases para desarrollar un nuevo producto GARCÍA VEGA S.A.S.....	50
Figura 21. Plano de ensamble de un pescante estándar GARCÍA VEGA S.A.S. ...	52

Figura 22. Formato de orden de producción	53
Figura 23. “War Room” para la logística y seguimiento de producción.....	55
Figura 24. Diagrama de flujo para la programación y control de la producción	58
Figura 25. Dinámica de una producción tipo Job-Shop	59
Figura 26. Ejemplo del algoritmo Branch & Bound en un problema de búsqueda.	64
Figura 27. Ejemplo de la matriz de información para procesar en el algoritmo	67
Figura 28. Ejemplo del Primer ciclo de programación.....	68
Figura 29. Ejemplo del comportamiento de las variables X y Y	69
Figura 30. Ejemplos de la programación terminada mediante el algoritmo	69
Figura 31. Diagrama de Flujo del algoritmo de búsqueda aleatoria.....	70
Figura 32. Propuesta de ventanas para cada uno de los módulos del software.	75
Figura 33. Modelo de interfaz para el acceso al programa	76
Figura 34. Modelo de interfaz para crear las ordenes de producción.	77
Figura 35. Modelo de interfaz para generar programaciones de producción.	78
Figura 36. Modelo de interfaz del cronograma de producción.	78
Figura 37. Modelo de interfaz para insertar un nuevo proveedor y administrar la información	79
Figura 38. Modelo de interfaz para insertar un nuevo empleado y administrar la información	80
Figura 39. Modelo de interfaz para crear un nuevo producto	82
Figura 40. Modelo de interfaz para introducir la información de los elementos	82
Figura 41. Modelo de interfaz para insertar un nuevo empleado y administrar la información	83
Figura 42. Modelo de interfaz para crear información de las máquinas.....	84
Figura 43. Modelo de interfaz para la ventana de informes	85
Figura 44. Ventana de ingreso al software	86
Figura 45. Ventana Nueva Máquina	87
Figura 46. Ventana Gestor de Máquinas y Ventana Información de la Maquina ...	88
Figura 47. Ventana Editar Máquina	89
Figura 48. Ventana Nuevo Proyecto	90

Figura 49. Ventana Gestor de Proyecto.....	91
Figura 50. Ventana Agregar ensamble y editar proyecto	92
Figura 51. Ventana Nuevo Elemento	93
Figura 52. Ventana Orden de producción	95
Figura 53. Ventana Gestor de Programación	96
Figura 54. Formato de visualización de la programación obtenida en el software.	97
Figura 55. Ventana Nuevo empleado y Gestor de empleados	98
Figura 56. Ventana Nuevo Proveedor y Gestor de Proveedores	99
Figura 57. Ventana Nuevo inventario y Gestor de Inventario	101
Figura 58. Ventana de informes.....	102
Figura 59. Pruebas de la sensibilidad para la división de lotes.....	104
Figura 60. Resultado obtenido para una división de 2 lotes	105
Figura 61. Resultado obtenido para una división de 5 lotes	106

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Máquinas para el proceso de Corte, Trazo y dobles de acero	42
Tabla 2. Máquinas para Mecanizado, Perforado y Punzado	44
Tabla 3. Equipos para Ensamblado por soldadura	46
Tabla 4. Alternativas de objetivos de optimización para programación.	61
Tabla 5. Ejemplo de valores de las variables X y Y en el primer procesamiento ...	68
Tabla 6. Requerimientos solicitados por la empresa García Vega S.A.S. para el software	72
Tabla 7. Despliegue de la función calidad (QFD) para el diseño del software.	73
Tabla 8. Orden en prioridad de las características que debe contemplar el software	74

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Formato de Orden de Producción	112
Anexo B. Formato seguimiento de la producción F-PRO-02	113
Anexo C. Procedimiento de diseño y desarrollo de productos.....	114
Anexo D. Procedimiento de control de producción	115
Anexo E. Procedimiento de Fabricación	125
Anexo F. Desarrollo paso a paso del algoritmo ejemplo para 2 iteraciones	133

RESUMEN

TÍTULO: DESARROLLO DE UN SOFTWARE PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S. PARA SUS PRODUCTOS DE CATÁLOGO BASADO EN LAS CARGAS DE TRABAJO*

AUTOR: ANDRÉS FELIPE MELGAREJO LÓPEZ**

PALABRAS CLAVES: Programación, producción, planeación de procesos asistida por computadora (CAPP), software, García Vega S.A.S.

DESCRIPCIÓN:

En este proyecto se plantea como objetivo desarrollar un software para la planeación y control de la producción el cual se implementará en la empresa García Vega S.A.S. como una herramienta que asista el proceso de planear y controlar la producción.

El software se diseñó mediante un análisis del proceso actual que ha estructurado García Vega S.A.S. a la labor de planear y controlar la producción. El resultado del análisis y de diferentes socializaciones con las personas encargadas actualmente de planear y controlar la producción fue el diseño en concepto de software que se adapta a estos lineamientos.

Para llevar el diseño concepto a un lenguaje de programación ejecutable se investigó y adaptó un algoritmo que efectúa una lógica de programar la producción mediante un modelo heurístico el cual genera una cantidad finita de alternativas de programaciones de producción mediante la aleatoriedad y las evalúa para determinar cuál cumple los requisitos de optimización medidos por 2 funciones principales.

El resultado obtenido es un software desarrollado en el lenguaje de programación de código abierto Python. El software consigue estructurar la información referente de los productos que se fabrican en García Vega S.A.S. y generar una programación optativa de la producción para los productos seleccionados en las cantidades determinadas. La programación es obtenida en un tiempo aceptable de procesamiento de cómputo.

* Proyecto de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de Ingeniería Mecánica. Director: Ing Isnardo González Jaimes

ABSTRACT

TITLE: DEVELOPMENT OF A SOFTWARE FOR THE PLANNING AND CONTROL OF THE PRODUCTION OF GARCÍA VEGA S. A. S.' CATALOG PRODUCTS, BASED ON WORKLOADS.*

AUTHOR: ANDRES FELIPE MELGAREJO LOPEZ**

KEY WORDS: Programming, production, computer-aided process planning (CAPP), software, García Vega S.A.S.

DESCRIPTION:

The objective of this project is to develop a software to assist the processes of planning and controlling of production in Garcia Vega SAS.

The software was designed through an analysis of the current process that García Vega S. A. S. has structured for the task of planning and controlling production. The result of the analysis and different socializations with the people in charge of planning and controlling of production, was the design in concept of a software that adapts itself to these guidelines.

In order to bring the concept design into an executable programming language, the research and adaptation of an algorithm that performs a logic of programming production using a heuristic model, was carried out. This algorithm generates a finite number of production scheduling alternatives using randomness, and it evaluates them in order to determine which one meets the optimization requirements better, measuring 2 main functions.

The result obtained is a software developed in the open source Python programming language. The software manages to structure the referent information of the products that are manufactured in García Vega S. A. S., and generates an optional programming for the production of the selected products in the determined quantities. Programming is achieved in an acceptable time frame of computer processing

* Undergraduate Project

** Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of Mechanical Engineering. Thesis Director: Mechanical Engineer Isnardo González Jaimes

INTRODUCCIÓN

La planta de producción metalmecánica de la empresa **GARCÍA VEGA S.A.S.** surge ante el deseo de generar una industria manufacturera en Colombia y abandonar la necesidad de ser un país importador. La proyección en un futuro es lograr una empresa que sea competitiva, generadora de empleos y que brinde a sus empleados oportunidades de enriquecer sus ideales tanto profesionales como personales.

Para lograr una empresa soñada **GARCÍA VEGA S.A.S.** se encamina en la implementación de tecnologías en sus procesos productivos para lograr mayores capacidades al momento de competir, sin embargo, en la actualidad se presentan repetidas ineficiencias en la planeación y control de la producción debido a la complejidad y los múltiples factores que afectan la programación de la producción.

La óptima distribución y aprovechamiento de los recursos: materia prima, máquinas, tiempo y recurso humano, es el complejo problema que se aborda en la empresa García Vega S.A.S. al momento de programar la producción. Debido a la variedad de productos fabricados en bajos volúmenes y su manufactura de tipo flexible se presentan fallas en el control y avance del plan de producción.

Adoptar un software como herramienta de ayuda en los trabajos que involucran la planeación de la producción, cumple por objetivo hacer más eficiente los procesos iniciales, tener resultados optativos en menor tiempo y así poder enfocar más tiempo en llevar un mejor control del avance de la producción. De este modo se orientan

los esfuerzos en implementar acciones para hacer competitiva a la empresa y lograr una rentabilidad en la producción.

Ante el panorama actual de la planta de producción de la empresa García Vega S.A.S. se presenta como solución el desarrollo del presente proyecto de grado, el cual se enfoca en diseñar un software que asista el proceso de programar la producción adaptado a la forma y los lineamientos que García Vega S.A.S. ha estructurado para este proceso. Como fase inicial se realizó un análisis y socialización con la empresa García Vega S.A.S. del actual proceso que se ejecuta en las labores de planear y controlar la producción. Se obtuvo un concepto de software estructurado en los diferentes menús con las respectivas funciones a ejecutarse en cada uno de ellos.

Para diseñar la lógica principal que procesa el software se investigaron diferentes algoritmos heurísticos diseñados para dicha función. El algoritmo seleccionado es un modelo heurístico que genera un número finito de alternativas de programación de producción mediante una lógica aleatoria. Todas las alternativas encontradas son evaluadas mediante una optimización en la cual se debe satisfacer dos objetivos principales; la programación del conjunto de alternativas que mejor satisface dichas funciones es la que se imprime en ventana.

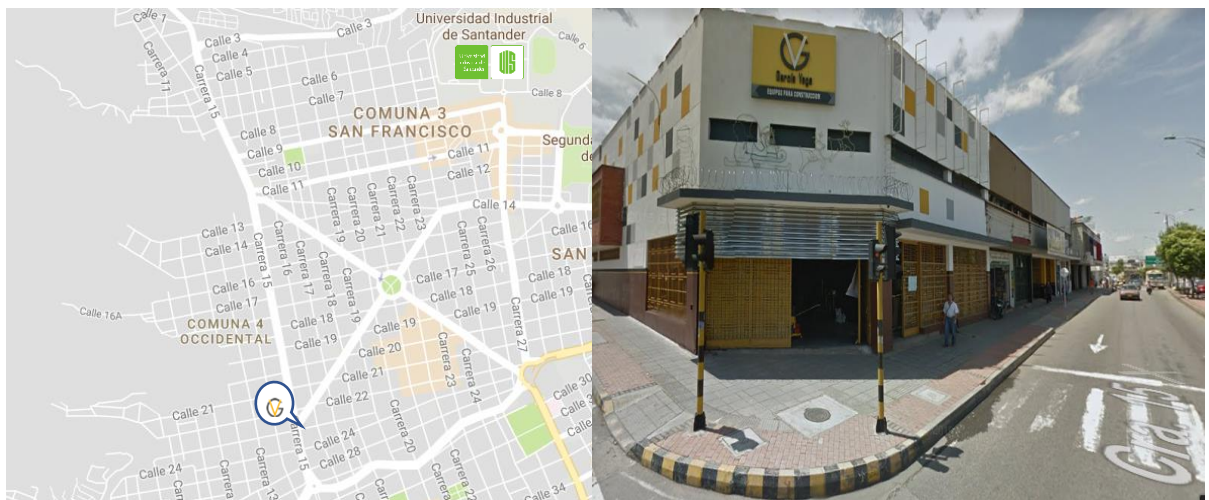
El resultado es un software desarrollado en el lenguaje de programación Python versión 3.6 el cual solicita información adecuada de los productos y de los procesos de planeación de la producción que ejecuta García Vega S.A.S. para obtener como resultado una programación optativa para la producción.

1. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA¹

1.1 RESEÑA HISTÓRICA

GARCÍA VEGA S.A.S fue creada en el año 1985 como una compañía encaminada a la prestación de servicios de apoyo a la industria de la construcción en Colombia. Inicialmente ubicó sus oficinas en la ciudad de Bucaramanga, pero a medida que el mercado le fue permitiendo se expandió a las ciudades de Bogotá, Medellín y Barrancabermeja, contando hoy en día con gran reconocimiento y múltiples oportunidades de negocio.

Figura 1. Ubicación de las oficinas principales de García Vega S.A.S. Bucaramanga



Fuente: Google maps - García Vega S.A.S. Bucaramanga [En línea]. Recuperado en 2017-08-09 Disponible en: <https://www.google.es/maps>

¹ GARCÍA VEGA S.A.S. Manual de calidad [Base de datos en cinta magnética]. Sep. 2016. Versión 6. [citado agosto 2017]

GARCÍA VEGA S.A.S es una empresa líder en el mercado de alquiler de equipos para la construcción en el oriente colombiano. Cuenta con el respaldo de más de 30 años de trabajo brindando soluciones prácticas para el sector de la construcción, con una gama de productos de gran calidad que se adaptan a cualquier tipo de proyecto.

Ofrece formaleta metálica con tableros de dimensiones variables que se ajustan a las necesidades de las obras civiles, formaleta de madera, parales y cerchas metálicas en varias medidas, andamios de carga y multidireccionales, entre otros equipos para construcción, asesoría en modulación de falsa estructura, fabricación y montaje de estructuras metálicas, construcción de obras civiles e instalación de cubiertas y servicio de galvanizado por inmersión en caliente.

GARCÍA VEGA S.A.S ha participado en la ejecución de proyectos del sector industrial, comercial, institucional y residencial, manteniendo siempre un alto compromiso por satisfacer las necesidades del cliente. Para ello emplea recurso humano competente, equipo con tecnología de punta y materias primas de primera calidad que han permitido llevar a buen fin proyectos de gran calidad que contribuyen al desarrollo socio económico de los clientes.

Confirmando su compromiso con los altos estándares de calidad y la satisfacción de sus clientes **GARCIA VEGA S.A.S** ha implementado su sistema de gestión de calidad con el fin de mejorar sus procesos y servicios cada día, logrando así el reconocimiento en un mercado que es cada vez más exigente.

1.2 POLÍTICAS INSTITUCIONALES DE LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.

1.2.1 Propósitos de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S. Creamos y proveemos soluciones para la industria de la construcción, en tiempo récord.

- **Equipos para construcción:** Ponemos los equipos correctos cuando y donde el constructor los necesita.
- **Estructuras metálicas:** Fabricamos e instalamos ingeniería metálica que valoriza la construcción. Lo hacemos con los más altos estándares de la industria y en el menor tiempo posible.
- **Galvanizado:** Alargamos la vida de los productos de acero de nuestros clientes, entregándoles la mejor protección contra la corrosión

Figura 2. Principales actividades económicas de García Vega S.A.S.



1.2.2 Valores de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.

- **Integridad:** Hacemos lo que es correcto, operando con honestidad y siempre bajo el marco de la ley.
- **Disciplina:** Operamos con austeridad, bajo el estricto rigor de nuestros procesos.
- **Pasión:** Somos enérgicos por naturaleza, le metemos la ficha a los desafíos que nos trae el día a día.
- **Confianza:** Creemos en las capacidades e integridad de nuestro equipo, y lo tratamos de la misma manera que queremos ser tratados.
- **Humildad:** La base y fundamento de todas las virtudes. Nos aceptamos con nuestras habilidades y nuestros defectos.

1.2.3 Principios de la empresa GARCÍA VEGA S.A.S.

Demostramos **RESPECTO** por todos los individuos

- ✓ Creemos en todos, y en que todos pueden contribuir al máximo de su potencial.
- ✓ Creemos en la diversidad, valorando diferencias individuales.

Trabajamos juntos, en **EQUIPO**

- ✓ Confiamos en nosotros y en las distintas divisiones de la empresa.
- ✓ Cultivamos excelentes relaciones.

Aspiramos a ser siempre los **MEJORES**

- ✓ Medimos nuestra ejecución contra los mejores estándares. El mejoramiento continuo es pan de cada día.
- ✓ Trabajamos por objetivos, y no por horas.
- ✓ Aprendemos de nuestros éxitos y mucho más de nuestros fracasos.

Estamos **ENFOCADOS**

- ✓ Conocemos a nuestros clientes y también a nuestros competidores.
- ✓ Aprendemos de los mejores, donde quiera que estén.

✓ Participamos del mejoramiento de los entornos en que trabajamos (RSE).

Valoramos la **MAESTRÍA** personal

✓ Creemos que cada individuo es responsable de desarrollarse continuamente a sí mismo y a otros.

✓ Fomentamos y esperamos de nuestro equipo maestría técnica sobresaliente y excelencia en ejecución.

Vivimos con la **CAMISETA PUESTA**

✓ Los intereses de la compañía y personales van siempre de la mano

1.2.4 Políticas de calidad. En GARCÍA VEGA S.A.S. Creamos y proveemos soluciones para la industria de la construcción mediante el alquiler y venta de equipos, la fabricación e instalación de ingeniería en acero y la mejor protección contra la corrosión a través del servicio de galvanizado por inmersión en caliente, todo esto a precios competitivos, ofreciendo una asesoría profesional con un recurso humano, equipo y materias primas de primera calidad. Contamos con un equipo de trabajo interdisciplinario y comprometido por satisfacer las necesidades del cliente mediante el cumplimiento de los requisitos, las especificaciones técnicas, los parámetros de costo y tiempo fijados, y el mejoramiento continuo de todos nuestros procesos y servicios.

1.2.5 Objetivos de calidad

- Aumentar la participación en el mercado local y nacional vinculando nuevos clientes y manteniendo clientes actuales
- Alcanzar los niveles de inventario para la atención del mercado potencial
- Mantener en buen estado las máquinas y los equipos críticos para la fabricación o prestación del servicio

- Adquirir insumos y productos de primera calidad para la fabricación o prestación del servicio
- Mantener y mejorar las competencias del personal de acuerdo con los requisitos del producto y los servicios.
- Aumentar la satisfacción del cliente con los servicios ofrecidos.
- Establecer en la empresa la cultura de la calidad mediante la participación del personal en la identificación de acciones correctivas y preventivas.

1.3 ACTIVIDAD ECONÓMICA

GARCÍA VEGA S.A.S. tiene estructurada su actividad económica en 3 servicios enfocados al sector de la construcción. Algunas actividades requieren la fabricación del producto para su venta o alquiler como el caso de los andamios, por otra parte, otros productos como maquinarias livianas, pesadas y de elevación son importadas para ofrecer su alquiler.

Figura 3. Actividades económicas de GARCÍA VEGA S.A.S.



1.3.1 Equipos para construcción

1.3.1.1 Andamios. Los andamios son los productos de mayor reconocimiento que fabrica **GARCÍA VEGA S.A.S.**, son certificados por la empresa Bureau Veritas S.A.* y es el único producto de catálogo del cual se tiene todo un sistema de control y calidad en su producción. Se fabrican de varios tipos entre los más usuales: andamio multidireccional, andamio convencional, andamio de carga y el andamio colgante.

Figura 4. Andamio multidireccional GARCÍA VEGA S.A.S.



Fuente: GARCÍA VEGA S.A.S. Equipos para construcción. Andamios [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en: <http://garciavega.co/equipos-para-construccion/andamios/>

* Compañía global de servicios de ensayo, inspección y certificación. ofrece servicios y soluciones para asegurar que los activos de sus clientes, productos, infraestructura y procesos cumplen con las normas y reglamentos en materia de calidad, salud y seguridad, protección medioambiental y responsabilidad social.

1.3.1.2 Formaletas. Las formaletas son una estructura de soporte para la fundición de placas, paredes o columnas. GARCÍA VEGA S.A.S. fabricaba inicialmente las formaletas en madera Zapan, actualmente se fabrican en acero, en diversos tamaños estándar. Existen 2 tipos de tablero metálico: Tablero metálico estándar y tablero metálico circular.

Figura 5. Tablero Metálico Estándar y Circulas fabricado por GARCÍA VEGA S.A.S.



Fuente: GARCÍA VEGA S.A.S. Equipos para construcción. Formaletas [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en: <http://garciavega.co/equipos-para-construccion/formaleta/>.

1.3.1.3 Maquinaria. Como actividad económica de importación, GARCÍA VEGA S.A.S. ofrece para alquilar una tienda de equipos para la construcción marca

WACKER NEUSON*. Los equipos más usuales son: Apisonadoras, Rodillo y martillos eléctricos.

Figura 6. Algunos equipos para servicio de alquiler. Marca WACKER NEUSON.



Fuente: GARCÍA VEGA S.A.S. Equipos para construcción. Tienda WACKER NEUSON [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en: <http://garciavega.co/equipos-para-construccion/tienda-wacker-neuson/>.

* Empresa con actividad a nivel internacional dedicada al desarrollo, fabricación y distribución de equipos para la construcción y máquinas compactas para la construcción

1.3.2 Ingeniería y construcciones metálicas. Esta línea de servicio de **GARCÍA VEGA S.A.S.** desarrolla proyectos de gran escala solicitados a pedido y bajo especificaciones del cliente. Entre lo más usual se encuentran proyectos de construcción de todo tipo de cubiertas como: Coliseos, parqueaderos, centros comerciales, entre otros.

Figura 7. Cubierta coliseo fabricado por GARCÍA VEGA S.A.S.



Fuente: GARCÍA VEGA S.A.S. Ingeniería y construcciones metálicas ICM. Coliseos [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en: <http://garciavega.co/icm-ingenieria-y-construccion-metalica/coliseos/>.

1.3.3 Galvanizado por inmersión. El servicio de galvanizado se realiza en otra planta ubicada en la Calle 21 # 11-41 de la ciudad de Bucaramanga, esta planta es independiente a la Planta de Producción. El proceso de galvanizado en caliente se

realiza mediante un baño de zinc fundido a 450 °C para darle una protección al metal frente a la corrosión.

Figura 8. Proceso de galvanizado realizado por GARCÍA VEGA S.A.S.



Fuente: GARCÍA VEGA S.A.S. Galvanizado por inmersión [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en: <http://garciavega.co/galvanizado-por-inmersion/>.

1.4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

García Vega S.A.S es una empresa ubicada en el municipio de Bucaramanga, tiene estructurada su actividad productiva en dos plantas: la planta principal que se dedica al trabajo metalmecánico y la otra planta realiza galvanizado por inmersión en caliente. Su actividad productiva principal es el sector metalmecánico que se desarrolla en la planta de producción localizada en la vía Bucaramanga-Girón, en la Calle 59 No. 16E-39 en el barrio La Esmeralda.

Figura 9. Planta de Producción GARCÍA VEGA S.A.S.



En este momento la planta de producción cuenta con una nómina estimada en cien empleados alternados en dos turnos de ocho horas cada uno.

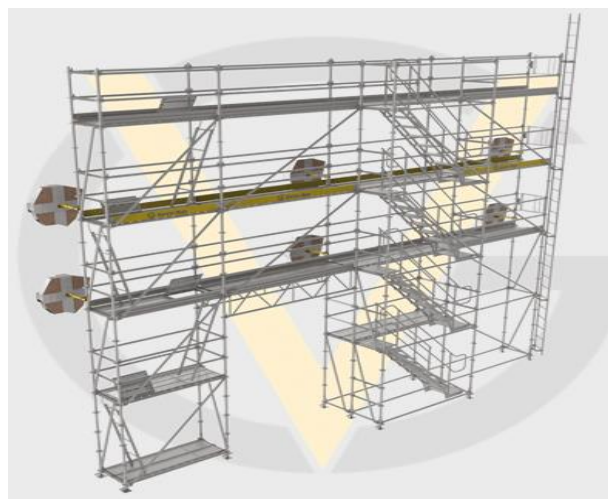
Los productos que actualmente se fabrican por catálogo son: Andamio multidireccional, Andamio de carga, Andamio Altrex, Andamio convencional, Andamio Colgante y tableros para formaleta metálica estándar. El andamio multidireccional es su principal producto de catálogo por ser la única empresa de la región en fabricarlo, este producto está certificado por la norma ISO 9000.

Figura 10. Andamio multidireccional tipo Torre auto estable



Fuente: GARCÍA VEGA. Equipos para construcción [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en: <<http://garciavega.co/equipos-para-construccion/andamios/>>.

Figura 11. Andamio multidireccional tipo torre fachada



Fuente: GARCÍA VEGA. Equipos para construcción [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en: <<http://garciavega.co/equipos-para-construccion/andamios/>>.

Para obras civiles García Vega S.A.S. ofrece el servicio de venta, alquiler y mantenimiento de maquinaria para construcción. Los productos fabricados a pedido son: Diseños, construcciones y montaje de estructuras metálicas como cubiertas de coliseos, Cubiertas de centros comerciales, puentes grúas, entre otros.

Figura 12. Estructura metálica, techo del Centro Comercial Parque Caracolí



Fuente: GARCÍA VEGA. ICM (ingeniería y construcciones metálicas) [en línea]. Recuperado en 2017-08-04. Disponible en:<<http://garciavega.co/icm-ingenieria-y-construccion-metalica/centros-comerciales/>>.

Actualmente, la empresa afronta diversos problemas que afectan su productividad relacionados con la falta de herramientas de apoyo para una automática organización y planeación de las actividades de producción, esto se ha visto evidenciado en demoras para la entrega de los productos solicitados bajo pedido. La preocupación de la gerencia administrativa se debe a la baja rentabilidad obtenida por la ineficiencia en la producción.

Los síntomas evidenciados en su planta principal son:

- Tiempos muertos en los puestos de trabajo y tiempos ociosos por parte de los operarios como consecuencia de las cargas desiguales de trabajo.
- Almacenamiento excesivo de material en bodega, órdenes de producción aplazadas y almacenadas.
- Programación improvisada de algunas actividades de producción diarias.
- El tiempo de producción real es mucho mayor al tiempo de producción previsto.

Dar una solución a los factores anteriormente mencionados son el objetivo principal de trabajo gerencial debido a que le está costando a la empresa el no tener la competitividad esperada, esto impide que la empresa tenga un crecimiento en el mercado en el cual se desenvuelve.

1.5 JUSTIFICACIÓN PARA SOLUCIONAR EL PROBLEMA

La baja rentabilidad resultante al final de cada orden de producción ejecutada en la empresa García Vega S.A.S debido a prácticas ineficientes en la organización y planeación de la producción son el resultado de la falta de herramientas de apoyo con mejores capacidades de planear, organizar y ejecutar de un modo detallado, dinámico, automático y ordenado las actividades de producción de la empresa.

La implementación de una herramienta computacional configurada para el proceso de producción de García Vega S.A.S. permite reducir tiempos en la planeación y ejecución de la producción, menores tiempo en entrega de pedidos, control de la información de producción y genera beneficios económicos y competitivos que permiten un crecimiento en órdenes de pedido y la posibilidad de inversión en capital resultado de una mayor ganancia al final de cada actividad productiva.

Figura 13. Proceso básico de producción de García Vega S.A.S.



Los softwares CAPP* (Computer-aided process planning) se ejecutan como una herramienta que asiste las actividades de planeación, control y supervisión de la producción, concibiendo una mejora de la organización y distribución de los trabajos de producción. Adaptar este tipo de software para García Vega S.A.S. con un enfoque de herramienta para asistir en la planeación de la producción, desarrollado en una interfaz interactiva con el usuario para una rápida adaptación, edición, desarrollo y creación de documentos pertinentes con las actividades de programación de producción, traería beneficios en el manejo de los tiempo de entrega de las órdenes de producción y la cantidades de estas que pueden producir en simultaneo mejorando así la producción.

* Sistema informático que asiste la planificación de los procesos de manufactura mejorando y simplificando el tiempo invertido en su control

1.6.2 Objetivos específicos.

- Desarrollar un software CAPP (Computer-aided process planning) que funcione como herramienta de asistencia para la organización y planeación de las tareas de producción de la planta principal de García Vega S.A.S para sus productos de catálogo y que cuente con las siguientes características.
 - Programación en softwares de código libre para evitar la necesidad de adquirir licencias.
 - Enfoque acorde a la certificación ISO 9000* adquirida por la empresa.
 - Facilidad para la modificación de datos.

- Estructurar el software para que desarrolle su función acorde al modo en que se gestiona actualmente la producción en García Vega S.A.S. para sus productos de catálogo.

- Articular el software en 3 principales módulos los cuales son:
 - Módulo de diseño cuya función será el recibir la información de las ordenes de producción de productos de catálogo con anexo de los respectivos planos y cantidades de piezas.
 - Módulo de producción cuya función es recibir la información del plan de procesos detallado de los diferentes elementos que constituyen la orden de producción del producto de catálogo para luego desarrollar el cronograma de tareas de producción de cada máquina que interviene y establecer una fecha de entrega.

* Conjunto de normas sobre la gestión de calidad, establecidas por la Organización Internacional de Normalización (ISO)

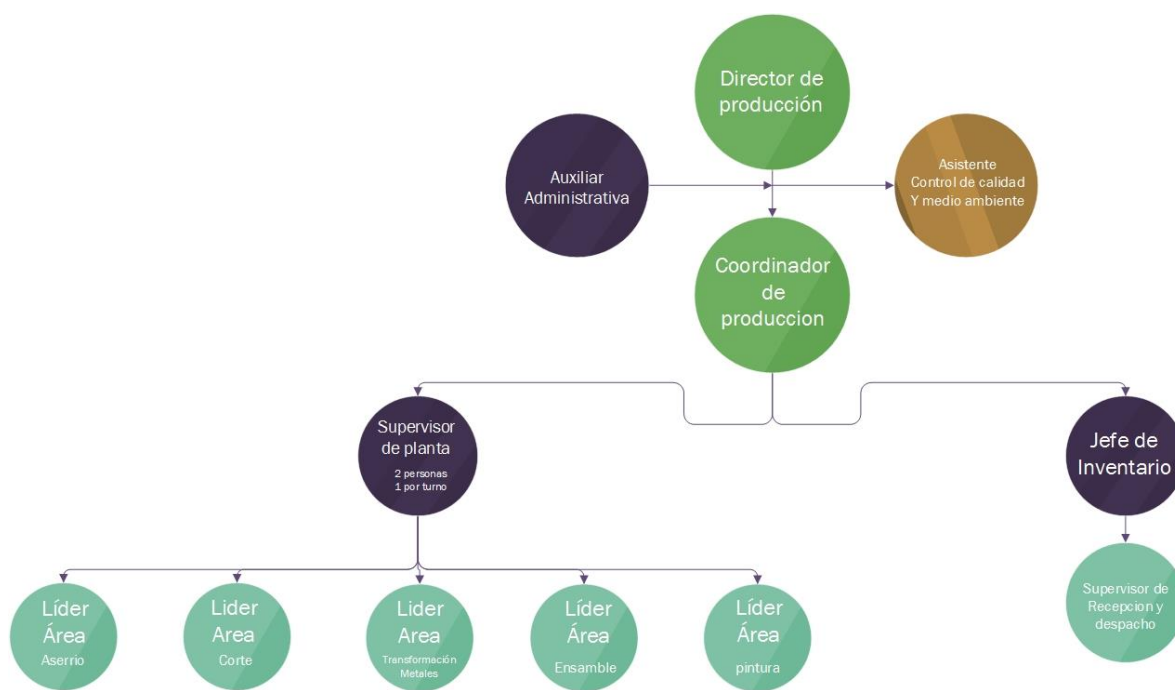
- Módulo de base de datos cuya función es la de almacenar toda la información ejecutada en los módulos de diseño y producción junto con información complementaria.
- Conectar el software con los respectivos documentos que intervienen en el control y organización de la producción de los productos de catálogo impresos por él mismo, mediante la implementación de códigos escaneables QR*.
- Crear una base de datos con el software que complemente los diferentes módulos del programa con información existente o nueva, con la posibilidad de ser editada, guardada o eliminada. Entre la información complementaria esta:
 - Recurso y talento humano
 - Hoja de vida de las máquinas
 - Planos CAD de los diferentes elementos y piezas que constituyen los productos de catálogo
 - Lista de Proveedores
 - Planes de procesos
 - Catálogos y manuales

* Código para almacenar información en una matriz de puntos o en un código de barras bidimensional.

2. DESCRIPCIÓN Y GENERALIDADES DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

2.1 ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

Figura 15. Organigrama de la planta de producción GARCÍA VEGA S.A.S Girón.



La planta de producción **GARCÍA VEGA S.A.S.** es dirigida en orden jerárquico donde el principal responsable de la actividad es el Director de Producción. Las Auxiliares Administrativas llevan el control de costo, seguridad, nómina y algunas otras tareas requeridas para el control económico de la planta.

El coordinador de producción y los supervisores (1 supervisor por cada turno) manejan el piso de producción para planear y controlar el desarrollo de todas las actividades de producción en los diferentes puestos de trabajo y máquinas. La planta de producción se ha seccionado de acuerdo a los procesos de producción

estandarizados con el objetivo de entregar el liderazgo al personal con mayor rendimiento o experiencia.

El control del inventario y almacén, tanto de materia prima como de productos para despacho, es dirigido mediante el Jefe de Inventario y supervisor, encargados principalmente de la manipulación del puente grúa y el espacio de bodega.

2.2 PROCESOS DE FABRICACIÓN

2.2.1 Descarga de material o carga de producto terminado. Para el descargue en el almacenamiento o para cargar los despachos de ordenes de producción terminados se implementa un puente grúa que está bajo el mando del jefe de almacén.

Figura 16. Puente grúa para el descargue materia o despacho de producto



2.2.2 Corte, trazos y dobles. Estos procesos de fabricación son los primeros y más rápidos a realizar sobre la mayoría de los elementos que conforman cualquier producto fabricado por GARCÍA VEGA S.A.S., la materia prima transformada mediante este proceso es el acero en diferentes formas y tamaños: Tubos, láminas, varillas, perfiles, etc. Cada máquina destinada a este proceso se ubica cerca del almacén y el puente grúa.

Tabla 1. Máquinas para el proceso de Corte, Trazo y dobles de acero

MÁQUINA	FUNCIÓN y DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="493 758 841 789">CIZALLA HIDRÁULICA</p> 	<p data-bbox="1065 1024 1442 1094">Corte de láminas de acero controlada por pedal</p> <p data-bbox="1138 1136 1369 1167">MARCA YAWEI</p>
<p data-bbox="621 1402 716 1434">GEKA</p> 	<p data-bbox="1049 1413 1458 1518">Corte y punzonado de acero, cuenta con 2 pedales para controlar sus funciones.</p> <p data-bbox="1049 1560 1458 1770">1 pedal realiza todas las funciones de corte para los diferentes perfiles que maneja. El otro pedal es exclusivo para el punzonado de láminas de acero</p> <p data-bbox="1049 1812 1458 1843">MARCA GEKA HYDRACOP</p>

PLEGADORA ELÉCTRICA



Doblar láminas de acero y marcado serial de producto

MARCA WYSONG

SIERRA SIN FIN



Corte de tubos de acero para cualquier angulo entre 0° y 90°

Existen actualmente 2 sierra sin fin de igual referencia

MARCA COSEN

CORTE MESA PLASMA CNC



Corte de lámina por método de plasma-aire

Se implementa en láminas que exigen una forma determinada o un espesor considerable (Max 4")

MARCA ESAB TIPO RAS

2.2.3 Mecanizado, perforado, punzado y destijero. Estos son procesos que reciben los elementos que han pasado por los diferentes cortes o plegados. La función común es darle los detalles característicos a cada elemento para el posterior ensamblado. El control de calidad y los tiempos invertidos en estos procesos son de mayor exigencia y duración, un error en algún elemento implica el reproceso total del mismo.

Tabla 2. Máquinas para Mecanizado, Perforado y Punzado

MÁQUINA	FUNCIÓN y DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="496 793 837 827">TALADRO FRESADOR</p> 	<p data-bbox="1052 877 1451 953">Perforado y ranurado de los elementos metálicos</p> <p data-bbox="1065 1003 1438 1121">Se cuenta con 2 unidades de igual referencia actualmente</p> <p data-bbox="1104 1171 1399 1247">MARCA IMATDRILL SUPERDRILL</p>
<p data-bbox="500 1344 834 1377">TALADRO DE ARBOL</p> 	<p data-bbox="1052 1440 1451 1583">Usado exclusivamente para perforaciones con ubicación controlada manualmente.</p> <p data-bbox="1133 1604 1370 1638">Rápido y versátil</p>

FRESADORA UNIVERSAL



Mecanizado de piezas en
acero

MARCA JINDAL ELECTRIC

TORNO PARALELO



Mecanizado de piezas en
acero

Actualmente se cuenta con
2 unidades de diferente
referencia

1. MARCA PINACHO
2. MARCA SHENYANG

TROQUELADORA



Troquelar material en acero

2.2.4 Ensamblado. El ensamblado es el proceso final de transformación de la materia prima. El proceso se realiza en su mayoría de modo manual en una sección de soldadores capacitados, pero, actualmente se cuenta con un brazo robótico para realizar las operaciones de soldadura en cordones de larga distancia.

Tabla 3. Equipos para Ensamblado por soldadura

MÁQUINA	FUNCIÓN y DESCRIPCIÓN
<p data-bbox="423 667 919 701">SOLDADURA MIG y FLUX CORE</p> 	<p data-bbox="1084 779 1430 919">Unión de los elementos metálicos. El proceso es manual ejecutado sobre mesas giratorias</p> <p data-bbox="1062 961 1451 1031">Actualmente se cuenta con 2 equipos de soldadura</p> <p data-bbox="1057 1073 1456 1142">Tipo MIG - 10 unidades Tipo Flux Core - 5 unidades</p>
<p data-bbox="378 1255 963 1289">EQUIPO SOLDADURA MIG ROBOTICO</p> 	<p data-bbox="1057 1367 1456 1541">Unión de los elementos metálicos. El proceso es automatizado con restricción de la posición de soldadura y la dirección</p>

2.2.5 Recubrimiento y protección. Para evitar la corrosión de los elementos metálicos algunos de ellos pasan al cuarto de pintura o son enviados a la planta de galvanizado, este proceso depende de las especificaciones del cliente.

Figura 17. Cuarto de pintura y acabado de los elementos



2.3 LAYOUT DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN

En la planta de producción de García Vega S.A.S. las máquinas están agrupadas en sectores según el proceso que realizan (ver figura 18 y figura 19). El proceso de corte es comúnmente el primero en todos los elementos que se fabrican, debido a esto, las máquinas dispuestas para esta tarea se ubican cerca del puente grúa para facilitar el montaje de la materia prima. Los tornos y fresadoras forman otro grupo dispuestos uno al lado del otro. Por último, la zona de soldadura la conforma el equipo MIG Robótico y un grupo de soldadores ubicados en mesas de trabajo especiales para soldar los elementos.

Figura 18. Layout de la planta de producción vista desde el ingreso

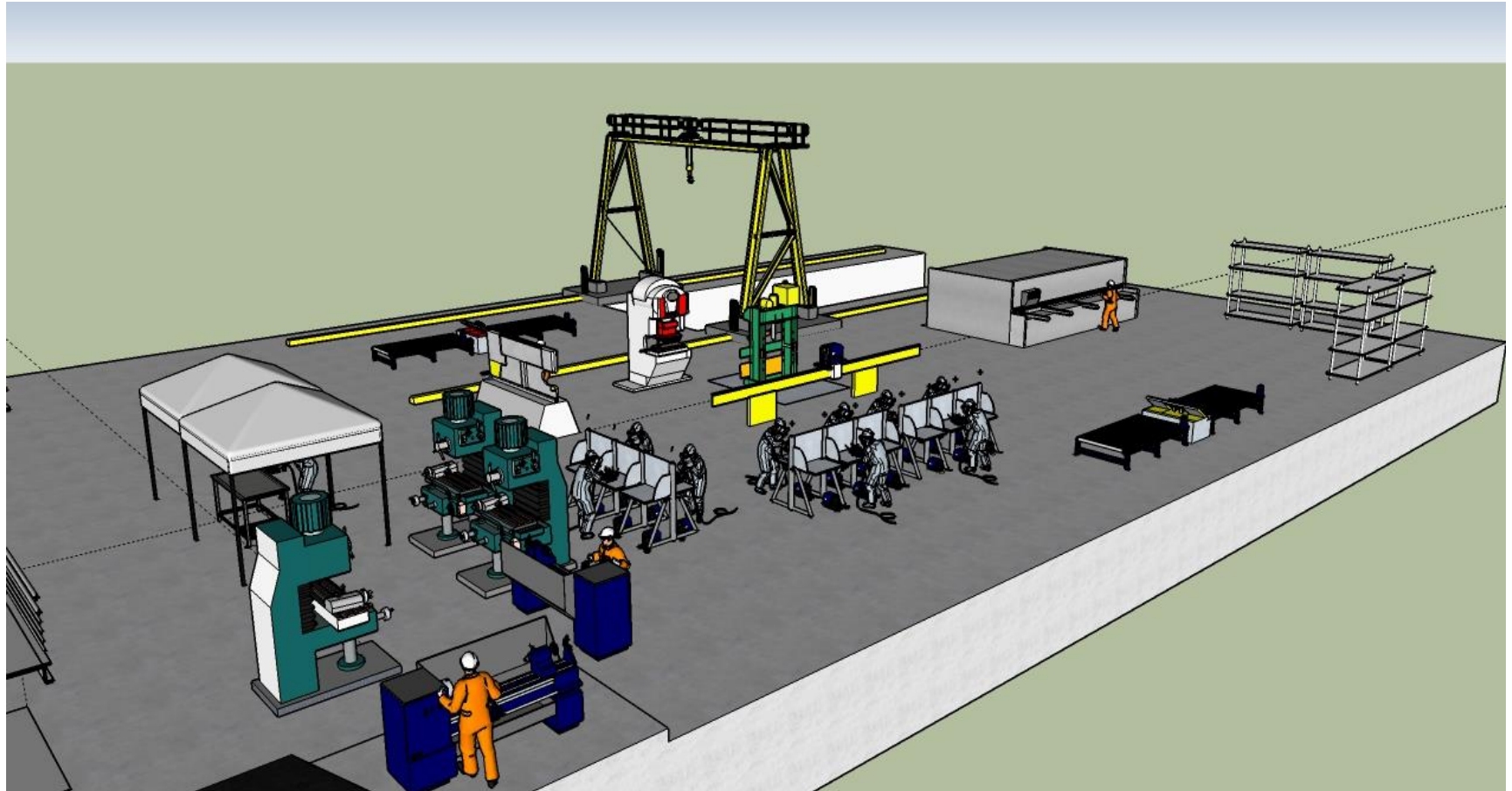
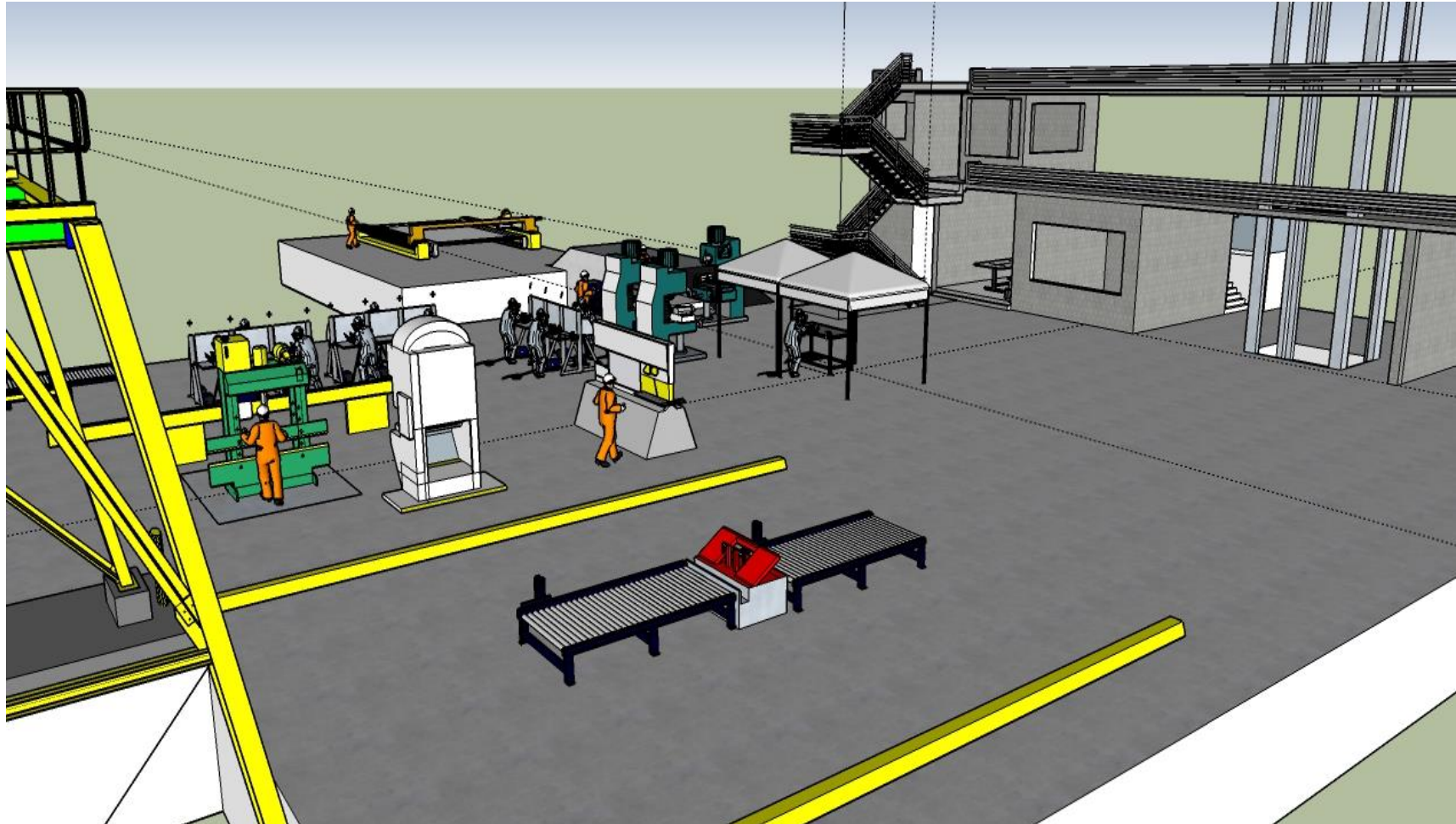


Figura 19. Layout de la planta de producción vista desde el puente grúa



3. DESCRIPCIÓN ACTUAL DEL DISEÑO, DESARROLLO Y FABRICACIÓN DE PRODUCTOS EN LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.²

El proceso de planear y posteriormente fabricar un producto marca **GARCÍA VEGA S.A.S.** se fundamenta en tres pilares: Ingeniería, Diseño e Innovación (IDI). El ciclo de diseño alberga 13 semanas en las cuales se investiga el estado del arte del producto y se generan prototipos en CAD o impresos en 3D (escalados).

Los proyectos socializados que reciben validación comercial, inician la fase de fabricación de prototipado a escala real para someterlo al 80% de su carga de diseño y comprobar su resistencia (Si el producto requiere certificación, las pruebas destructivas son realizados en laboratorios certificados en Bogotá).

Figura 20. Fases para desarrollar un nuevo producto GARCÍA VEGA S.A.S.



² GARCÍA VEGA S.A.S. Procedimiento de ingeniería, Diseño e Innovación P-IDI-01 [Base de datos en cinta magnética]. Junio. 2017. Versión 4. [citado septiembre 2017]

3.1 FASE DE DISEÑO

La fase de diseño inicia ante la necesidad de algún cliente o mercado. El equipo de diseño durante 3 semanas recopila información sobre el estado del arte del producto, toda la información es resumida y presentada a la gerencia en un BRIEF* para su aprobación comercial.

Los productos aprobados, pasan a una fase de modelado CAD 3D por medio de software como: TEKLA**, Autodesk Inventor o AutoCAD, donde se evalúan los parámetros bajo normativas y restricciones. Los modelos CAD generados son socializados con el equipo de producción para corregir limitantes o reducir procesos de fabricación, este proceso es cíclico y culmina con la común aprobación de los planos de fabricación del prototipo.

Los prototipos a escala real son sometidos a pruebas de carga hasta llegar a falla plástica (pruebas destructivas se realizan en laboratorios certificados de Bogotá, solo para productos a certificar). Las pruebas de implementación comercial analizan la funcionalidad y estética del producto. Finalizadas las etapas de pruebas, los resultados son examinados y verificados con las especificaciones normativas, de ser necesario correcciones al diseño, se generan nuevos planos de fabricación de prototipo, el ciclo termina con la aprobación de los planos de fabricación por la Gerencia.

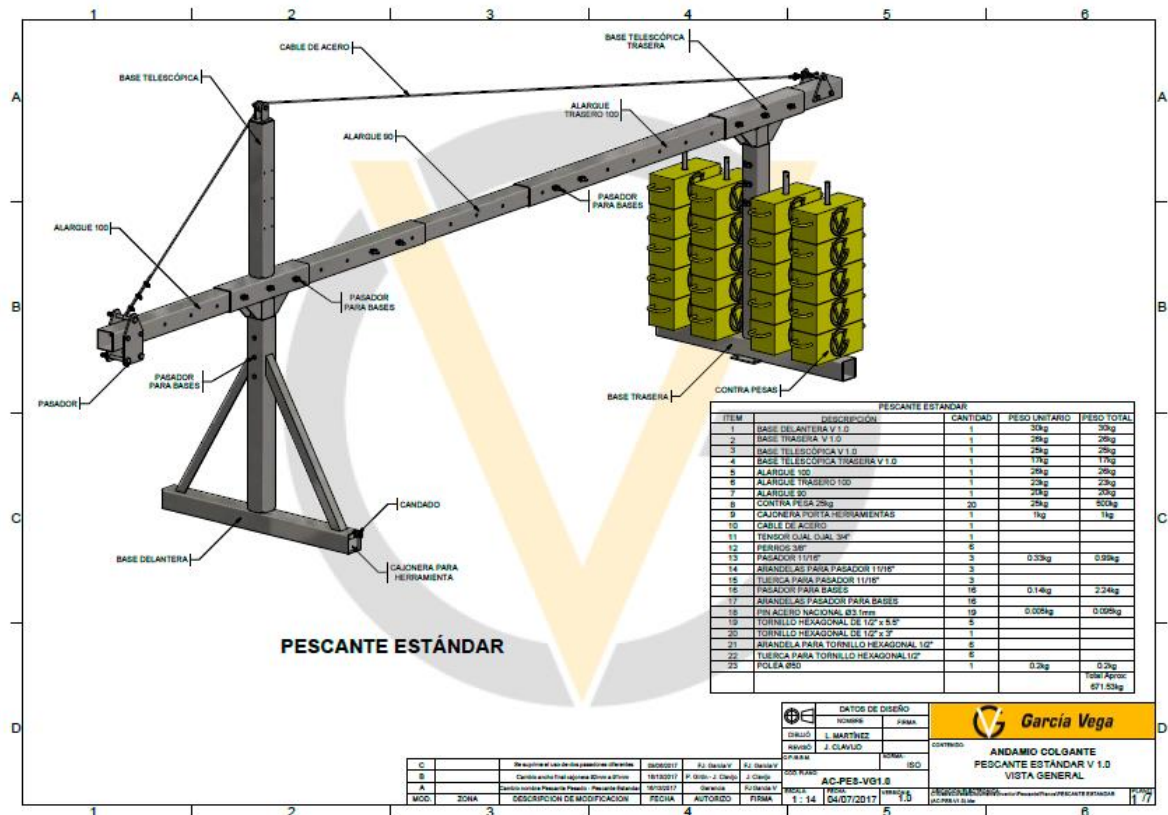
Con el diseño aprobado por Gerencia, se crean los documentos entregables como: planos de fabricación, instructivos de fabricación, ficha técnica para uso comercial,

* Documento simplificado, almacena en resumen todos los datos de entrada para el diseño (imágenes, documentos, videos), sirve como punto de partida y referencia para el desarrollo del producto.

** Programa de diseño asistido por computadora para el diseño, detallado, despiece, fabricación y montaje de todo tipo de estructuras

entre otros. Todos los documentos quedan guardados en la base de datos de **GARCÍA VEGA S.A.S.**

Figura 21. Plano de ensamble de un pescante estándar GARCÍA VEGA S.A.S.



Fuente: GARCÍA VEGA S.A.S. Planos de proyectos- Pescante Estándar [Base de datos en cinta magnética]. Julio 2017. Versión 1 [cinta septiembre 2017]

3.2 SOLICITUD DE ORDEN DE PRODUCCIÓN

La orden de producción es un documento que se gestiona ante la solicitud de fabricación de algún producto demandado por un cliente (Ver Anexo A). El documento contempla la siguiente información: código consecutivo, fecha de inicio

que se va a fabricar. La información se verifica con el inventario en almacén y se gestionan los pedidos de los recursos faltantes.

La recepción, organización y control de la materia prima e insumos está a cargo del despachador del almacén. Cuando llega un pedido se realiza una rápida inspección visual para verificar el correcto estado del mismo, posteriormente, se almacena en caballetes la materia prima y los insumos en armarios.

La solicitud de material en el almacén se realiza referenciando el número consecutivo correspondiente a la orden de producción a la que se destina, con el fin de llevar un control de los recursos consumidos por cada orden de producción.

3.4 PLANEACIÓN DE LOS PROCESOS DE PRODUCCIÓN

La planeación de los procesos de fabricación es un trabajo sinérgico entre diseño y fabricación. En las fases finales de diseño del producto (semana 11). Se generan los instructivos de fabricación (Hoja de ruta) de cada elemento que conforma el producto final aprobado por Gerencia. Los instructivos son documentos que contemplan el orden de procesos de transformación que debe llevar cada elemento con detalles técnicos de cada proceso (tamaño y forma de cortes o taladrados, inspecciones de calidad, herramientas a implementar, responsables, entre otros).

3.5 PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN

Con los instructivos de producción, el programador de producción crea un bosquejo del diagrama Gantt a seguir. Cuando las ordenes de producción inician su fabricación, la programación se va modificando diariamente y se controla de modo manual en equipo con el coordinador y los supervisores de producción. Todos los detalles y decisiones a tomar son debatidas en el “War Room”, este proceso

actualmente es dinámico y es la función que se busca respaldar con el desarrollo del software.

Figura 23. “War Room” para la logística y seguimiento de producción.



3.6 CONTROL Y SEGUIMIENTO DE LA PRODUCCIÓN

El seguimiento y control de la producción está a cargo en primera instancia por el supervisor y coordinador de la producción, pero, cuando el problema lo amerita, la segunda instancia es el director de producción.

El seguimiento de la producción se enfoca en cada operario, se realiza diariamente mediante el formato F-PRO-02 (ver Anexo B) el cual se entrega impreso a cada operario al iniciar la jornada. Este formato se llena con la siguiente información:

- Hora de inicio de actividad
- Número de la orden de producción a la que pertenece la actividad

- Descripción de la actividad realizada
- Cantidad de piezas procesadas
- Hora de finalización de la actividad
- Reporte de inconformidad encontrada por inspección de calidad

4. MARCO TEÓRICO

4.1 PROGRAMACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN³

La programación y control de la producción hace referencia a todas las funciones que involucran apoyar la manufactura de un producto ante los problemas de logística que surgen en el transcurso de la fabricación.

La programación de la producción determina:

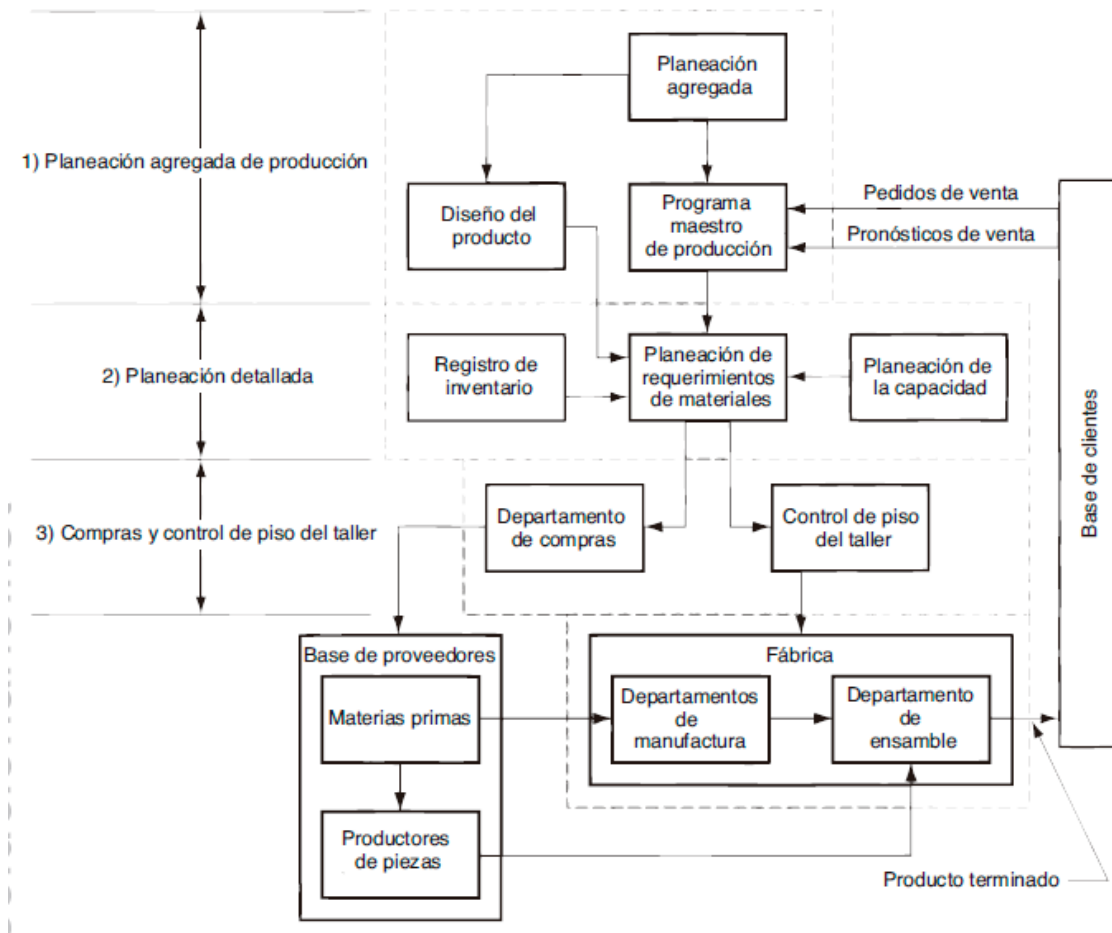
- Productos que van a producirse
- En cuantas cantidades se debe manufacturar
- Cuando se va a realizar según un orden cronológico
- Recursos requeridos para hacer cada proceso de fabricación.

El control de la producción se encarga de:

- Supervisar de manera constante el inventario, este se compone de: la materia prima almacenada, la materia prima en proceso de manufactura y las maquinas en funcionamiento.
- Gestionar los recursos para ir ejecutando el plan maestro de producción consiguiendo la disponibilidad, almacenamiento y ubicación de los mismos.
- Transporte de los diferentes recursos en el tiempo preciso, de una estación de trabajo a la siguiente según la cadena de procesos.
- Controles de calidad para garantizar la homogeneidad del producto
- Entrega justo a tiempo del producto terminado y certificado al cliente.

³ GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México: McGraw-Hill, 2007. p. 953-969.

Figura 24. Diagrama de flujo para la programación y control de la producción



Fuente: GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México: McGraw-Hill, 2007. p. 954.

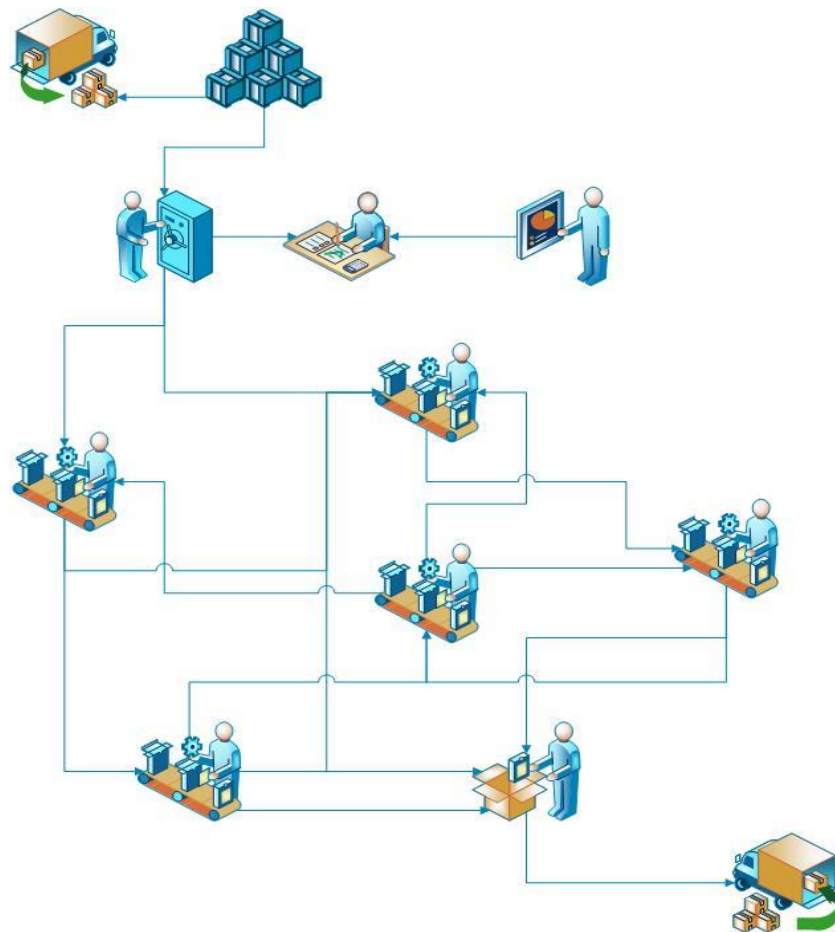
4.2 PROBLEMA DE LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN AMBIENTE TIPO TALLER

Al problema de programar la producción en ambientes tipo taller se le conoce en la literatura como "Job Shop Scheduling Problem". Este problema abarca todo tipo de producción donde los puestos de trabajo son flexibles con máquinas multipropósito las cuales procesan múltiples componentes de un producto, además, estos

productos son procesados en lotes pequeños y sus componentes no siguen la misma ruta de manufactura.

El Job shop es un problema de optimización combinatoria del conjunto de problemas NP-complejo*, su función determina la planificación de las tareas y esta se optimiza eligiendo la planificación que cumpla con uno o más objetivos tales como: menor tiempo invertido en terminar todas las tareas, menor tiempo invertido en terminar cada tarea individual, menor recurso invertido, entre otros.

Figura 25. Dinámica de una producción tipo Job-Shop



* NP es un acrónimo en inglés de nondeterministic polynomial time (tiempo polinomial no determinista). Es el conjunto de problemas que pueden ser resueltos en tiempo polinómico por una máquina de Turing no determinista.

4.2.1 Supuestos básicos para dar partida a la solución. El problema Job-Shop es abordado mediante algoritmos heurísticos que generan soluciones al problema de modo iterativo. Al finalizar las iteraciones se tiene un conjunto de soluciones de las cuales se elige aquella que cumple con la mejor respuesta al objetivo planteado. Todos estos algoritmos parten de los siguientes supuestos para dar validez a los datos de entrada.

- Los tiempos de operación son conocidos con certidumbre. El tiempo de operación se compone de 3 tiempos los cuales son: tiempo puesto a punto de la máquina, tiempo del procesamiento del componente y tiempo de transporte del componente al siguiente proceso.
- Los tiempos de cambio de referencia (puesto a punto de las máquinas) son conocidos e independientes del orden de procesamiento de los componentes.
- Todos los componentes que se van a procesar están disponibles en tiempo cero al igual que los recursos de materia prima y máquina.
- No existen restricciones de precedencia entre componentes. Sólo se consideran restricciones de precedencia entre las operaciones de un mismo componente
- Una vez que el elemento está montado en una máquina, éste no puede ser interrumpido.
- Aunque dos puestos de trabajo puedan realizar el mismo proceso sobre un elemento, el puesto de trabajo elegido se debe definir previamente.

Estos supuestos no consideran condiciones eventuales que surgen en la realidad de las fábricas de manufactura debido a que no pueden ser controladas con certidumbre, algunas son: operaciones que se realizan fuera del taller, restricciones en los recursos o parada por fallas en el proceso, transporte en pequeños sublotes de componentes ya procesados que hacen parte de un lote que aún no termina la operación.

4.2.2 Objetivos comunes a los que se propone dar solución. Para optimizar la función del programa de producción se han elegido los dos objetivos más comunes en la literatura los cuales son: el objetivo tardanza y el objetivo makespan.

La tardanza es un objetivo de tipo acumulador que va sumando el tiempo de retraso que cada componente genera según una fecha de entrega preestablecida, por otra parte, el makespan es un objetivo que mide el tiempo total invertido en la culminación de todas las actividades programadas en producción. Estos objetivos solo se pueden evaluar una vez culminada cada iteración, motivo por el cual los algoritmos trabajan con programaciones de producción totales estáticas y no dinámicas en el tiempo.

Matemáticamente una función solo puede ser optimizada bajo un solo objetivo, para poder implementar dos objetivos de optimización sobre la función del programa de producción estos objetivos optimizan la función en diferentes momentos de procesamiento. La tardanza evalúa cada iteración y almacena cierta cantidad definida de resultados óptimos, posteriormente terminadas todas las iteraciones el conjunto de resultados óptimos se evalúa con el objetivo makespan para obtener la solución.

Tabla 4. Alternativas de objetivos de optimización para programación.

Objetivo	Finalidad
Flujo promedio	Minimizar el tiempo medio que un componente permanece en el taller para lograr menos acumulación de inventario en planta
Utilidad de máquina	Busca maximizar los tiempos de operación de máquinas, este objetivo puede generar problemas con acumulación de inventario en planta

Costos de producción	Minimizar el costo de operación y logística que involucra toda la manufactura del plan de producción
-----------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------

4.2.3 Reglas de prioridad o despacho⁴. En cada instante de trabajo en una planta de manufactura tipo taller, las maquinas en operación tienen un conjunto de componentes que deben procesar, para determinar el orden en que cada componente será procesado en la máquina, usualmente se implementa condiciones de prioridad o despacho.

Las reglas de despacho más comunes son:

- **Primero en entrar, primero en servir (First Come, First Served)-FCFS.** Con esta condición, los componentes son procesados por la máquina en el orden de llegada, esta condición puede implicar que algunos componentes se retrasen cuando se implementa en máquinas cuello de botella.
- **Tiempo de procesamiento más corto (Shortest Processing Time)-SPT.** Los componentes que ocupan la máquina menor tiempo son procesados primero, esta condición puede ser útil en las máquinas que realizan los primeros procesos.
- **Tiempo de procesamiento más largo (Longest Processing Time)-LPT.** Esta condición es el caso antónimo del SPT. La máquina da prioridad a los componentes que le exige un mayor tiempo de procesamiento. En las máquinas

⁴ SALAZAR LÓPEZ. Bryan. Programación a corto plazo: Principios de prioridad para la secuencia de trabajos [en línea]. Recuperado en 4 de octubre de 2017. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/programaci%C3%B3n-a-corto-plazo/>

cuello de botella esta condición se debe elegir cuando las máquinas que siguen en la cadena de procesos para los componentes están a su total capacidad.

- **Fecha de entrega más próxima (Earliest Due Date)-SRT.** Esta condición procesa los componentes que pertenecen a pedidos que van dirigidos a clientes con compromiso de una fecha de entrega. Cuando se determina esta condición es aplicable a todas las máquinas involucradas en los componentes del pedido, esta condición altera la programación de producción.

4.3 ESTADO DEL ARTE DE LOS ALGORITMOS HEURÍSTICOS QUE ABORDAN EL PROBLEMA DE LA PROGRAMACIÓN JOB SHOP⁵

Los algoritmos heurísticos desarrollados para solucionar una programación Job Shop son técnicas de aproximación que proporcionan soluciones aceptables en tiempos de procesamiento prácticos. Entre las técnicas más importantes están:

4.3.1 Ramificación y poda (Branch & Bound). Esta técnica hace uso de una estructura árbol que representa todas las secuencias posibles. La secuencia comienza en un nodo raíz y se desarrolla hasta llegar a un nodo hoja. Cada vez que se ramifica se genera el siguiente conjunto de posibles nodos a partir del cual progresa la búsqueda de soluciones.

⁵ PEÑA, Víctor y ZUMELZU, Lillo. Estado del Arte del Job Shop Scheduling Problem. Chile, 2006. Universidad Técnica Federico Santa María Valparaíso. Departamento de informática.

buenas históricamente y así modificar las reglas de búsqueda para favorecer esa región de solución.

4.3.4 Algoritmo genético (Genetic algorithms). Los algoritmos genéticos imitan el procedimiento de la selección natural sobre el espacio de soluciones del problema, la base es crear generaciones sucesivas de individuos que representen la solución del problema y mediante su cruce generar nuevos individuos más adaptados a la solución.

4.3.5 Heurísticas basadas en cuellos de botella (Bottleneck based heuristics). Estos algoritmos se caracterizan por identificar un subproblema, seleccionar el cuello de botella, solucionar el problema y reoptimizar la programación. La lógica cuello de botella relaja el problema en varios problemas monomáquina y los resuelve de forma iterativa, cada solución se compara con las demás y la máquina con la solución mayor se considera la que provoca el cuello de botella y se reordenan las soluciones.

4.3.6 Métodos de búsqueda local. Estos algoritmos se basan en procedimientos de soluciones secuenciales, donde una solución es ligeramente diferente a la inmediatamente anterior. Se tiene la ventaja de que en poco tiempo puede encontrarse soluciones, pero, no se garantiza que las soluciones sean óptimas.

4.4 ALGORITMO DE BÚSQUEDA ALEATORIA PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN EN UN TALLER DE FABRICACIÓN⁶

Este algoritmo consiste en generar un número de soluciones factibles al problema de programación de producción. Las soluciones son generadas mediante la selección aleatoria del orden en que se deben ingresar los componentes a ser procesados en las diferentes máquinas disponibles. El conjunto de soluciones creado es evaluado con la función objetivo makespan. La solución que mejor satisface esta función es seleccionada como la mejor solución del conjunto y es la elegida para ejecutar. La principal desventaja que presenta el algoritmo son los tiempos de procesamiento que se requieren para encontrar soluciones óptimas.

Como datos de entrada el algoritmo toma:

- Conjunto de máquinas disponibles y requeridas para programar producción
- Conjunto de componentes que deben programarse en cada máquina
- Orden consecutivo de máquinas por el que cada componente debe pasar
- Tiempo total* invertido por las máquinas en cada componente procesado

Con estos datos se genera una matriz como se muestra en la figura 27. El algoritmo inicia recorriendo la matriz y crea un conjunto para cada máquina de componentes que pueden ser procesados en estas. En este recorrido el algoritmo debe respetar el orden de procesamiento que tiene cada componente, es decir, el componente 1 no puede pertenecer al conjunto de la máquina B hasta que la máquina A lo procese, como se ilustra en el ejemplo (ver Figura 27).

⁶ VÉLEZ GALLEGO, Mario César; CASTRO ZULUAGA, Carlos Alberto y MAYA TORO, Jairo. Algoritmo de búsqueda aleatoria para la programación de la producción en un taller de fabricación. En: Revista Universidad EAFIT. 2003, vol. 39, no. 131. pp. 76-86

* El tiempo total es el resultado del tiempo invertido en el puesto a punto de la máquina, el tiempo de procesamiento del componente y el tiempo de transporte del componente a la máquina siguiente

Figura 27. Ejemplo de la matriz de información para procesar en el algoritmo

COMPONENTE	ORDEN DEL PROCESO (MÁQUINA, TIEMPO)			
	1	2	3	4
1	(A , 6)	(B , 8)	(C , 13)	(D , 5)
2	(A , 4)	(B , 1)	(C , 4)	(D , 3)
3	(D , 3)	(B , 8)	(A , 6)	(C , 4)
4	(B , 5)	(A , 10)	(C , 15)	(D , 4)
5	(A , 3)	(B , 4)	(D , 6)	(C , 4)
6	(C , 4)	(A , 2)	(B , 4)	(D , 5)

De cada conjunto de componentes se selecciona aleatoriamente el componente que va a procesar cada máquina, en este punto, al componente seleccionado se le bloquea el proceso que la maquina realice para evitar que el algoritmo lo vuelva a considerar. Para controlar el tiempo de avance de la programación de producción se implementan 2 variables de tipo acumulador las cuales son:

X_j : Tiempo en que terminó el último componente procesado en la máquina j

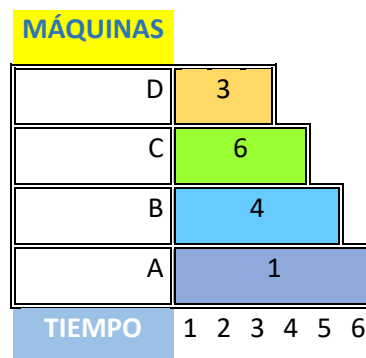
Y_i : Tiempo en que terminó el último proceso realizado al componente i

Por cada máquina existe una variable X y por cada componente una variable Y , cuando un componente i ha sido seleccionado para procesarse en la maquina j . El tiempo espacial en la programación en el cual se debe ubicar la tarea lo determina el valor mayor entre X_j y Y_i . Por ejemplo, si se llevara una programación como lo muestra la Figura 28. se tendrían los siguientes valores para las respectivas variables X_j y Y_i (Ver Tabla 5).

Tabla 5. Ejemplo de valores de las variables X y Y en el primer procesamiento

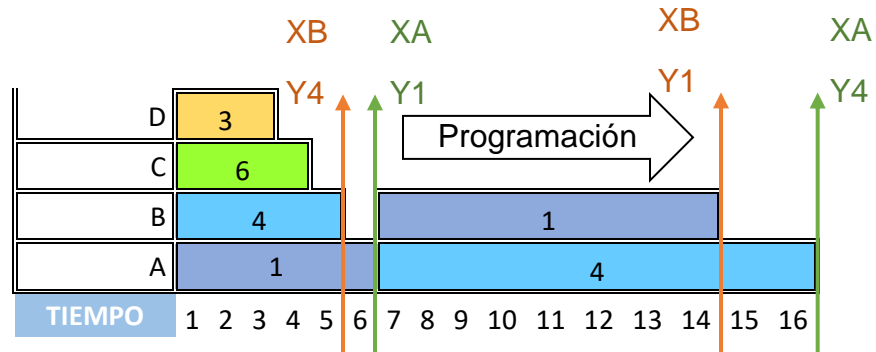
Variable	Valor	Variable	Valor
XA	6	Y1	6
XB	5	Y4	5
XC	4	Y6	4
XD	3	Y3	3

Figura 28. Ejemplo del Primer ciclo de programación



Si para el segundo ciclo de programación la máquina A procesara el componente 4 como lo muestra la Figura 29, el algoritmo debe determinar entre $XA = 6$ y $Y4 = 5$, igualmente, Si la máquina B procesara el componente 1, debe determinar entre $XB = 5$ y $Y1 = 6$. Para ambos casos el valor mayor es 6, razón por la cual se debe ubicar en el tiempo 6 ambas programaciones. Luego de programarse, las variables acumulan el tiempo invertido tanto en la máquina como en el componente, es decir, $XA = 16$, $Y4 = 16$, $XB = 14$ y $Y1 = 14$.

Figura 29. Ejemplo del comportamiento de las variables X y Y



El algoritmo deja de recorrer la matriz cuando determina que se han programado todos los procesos de los componentes en las diferentes máquinas (Ver Anexo F). Para determinar el valor del makespan se toma el conjunto de variables Y_i y se elige el mayor valor el cual es adoptado por la variable makespan como se ilustra en la Figura 30. El valor del makespan se guarda para cada iteración y cuando se realizan todas, la programación que tenga el menor valor en la variable makespan es la que se imprime en pantalla, según el ejemplo ilustrado en la Figura 30 se imprime en pantalla la programación de makespan=57.

Figura 30. Ejemplos de la programación terminada mediante el algoritmo

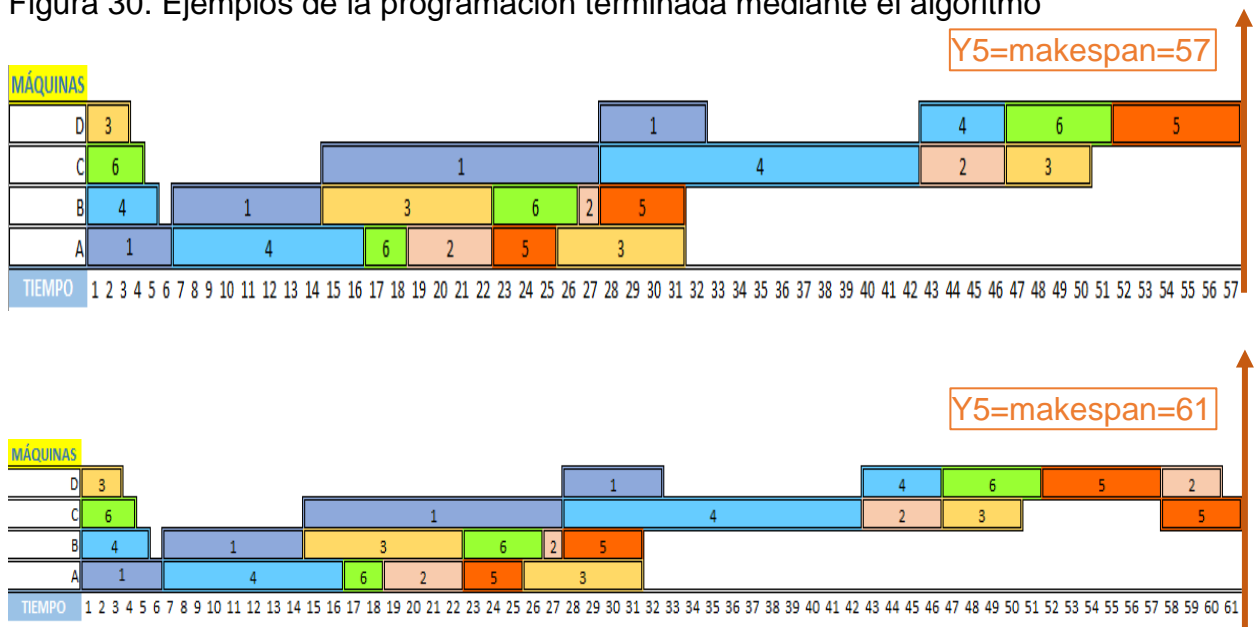
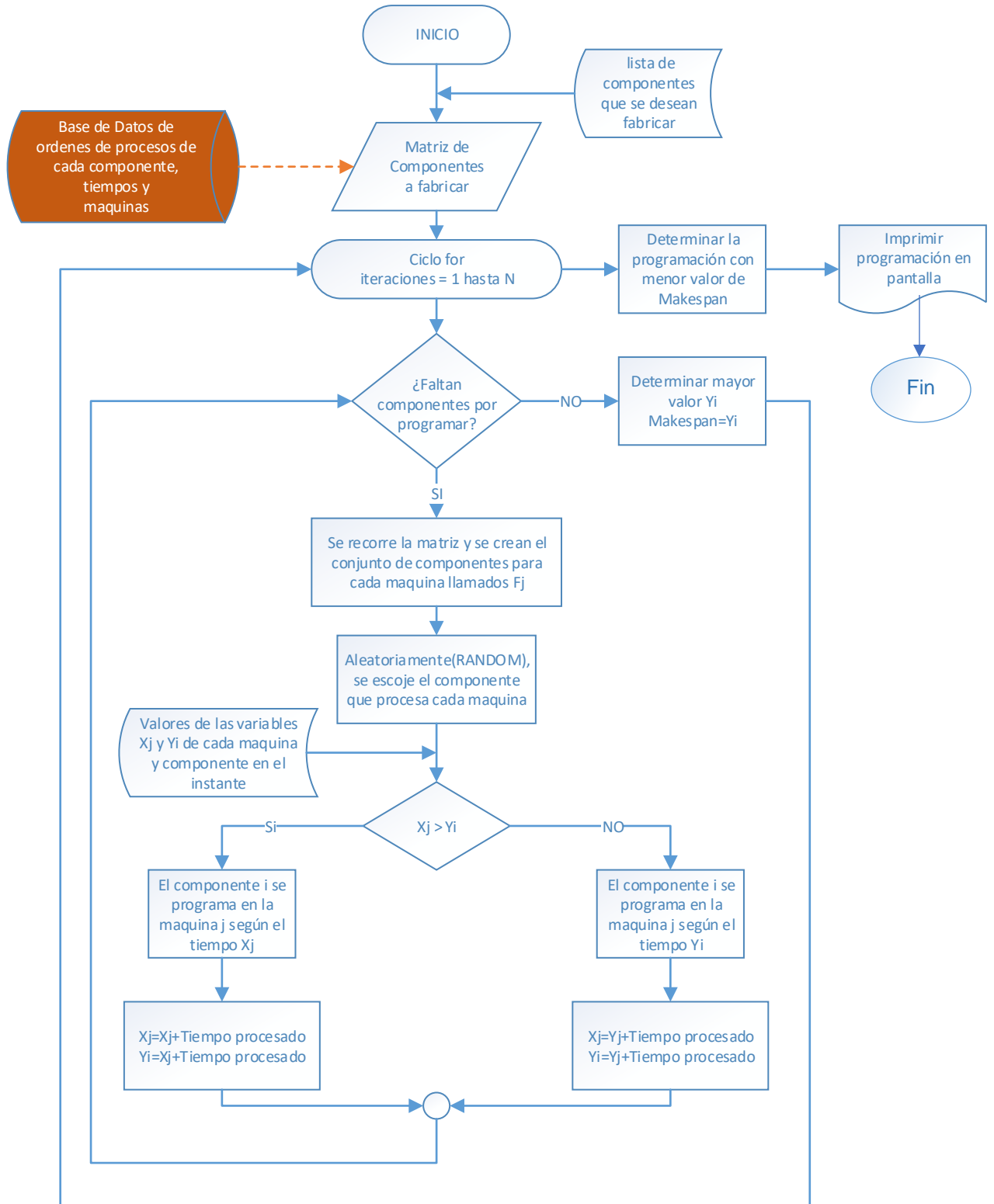


Figura 31. Diagrama de Flujo del algoritmo de búsqueda aleatoria



5. IMPLEMENTACIÓN DEL SOFTWARE PARA LA PLANEACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN EN PRODUCTOS DE CATÁLOGO PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S

Con el desarrollo de un software CAPP (Computer-aided process planning) para la empresa **García Vega S.A.S.** se obtiene una herramienta que permite asistir la planeación y control de la producción de sus productos de catálogo. El programa se adapta a las necesidades y la estructura que presenta el proceso actual de producción de la empresa permitiendo el rápido acceso de la documentación involucrada.

Este proyecto parte con la idea de adaptar nuevas tecnologías que mejoren los procesos de gestión, reducir tiempos invertidos en labores de planeación, tiempos que pueden ser invertidos de un modo más productivo en el proceso de ejecución y seguimiento de la producción.

5.1 METODOLOGÍA DE DESARROLLO DEL SOFTWARE PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.

Para constituir el software mediante una sinergia entre su estructura y la necesidad que satisface, se socializó las posibles alternativas con los empleados de la empresa García Vega S.A.S. involucrados en el proceso de planeación y control de producción. El resultado obtenido fue un bosquejo de la función que debería satisfacer el software y los requerimientos y limitaciones a cumplir para hacerlo aplicable al proceso. Con esta información se estructuró un QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT – Matriz de calidad)

5.1.1 ELABORACIÓN DEL QFD (QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT)

5.1.1.1 Requerimientos de la empresa García Vega S.A.S. Basado en los problemas evidenciados por la gerencia encargada de la planeación de la producción al ejecutar su labor, se realiza un diagnóstico de las características con las que debe cumplir el software y se organiza en orden de importancia.

Tabla 6. Requerimientos solicitados por la empresa García Vega S.A.S. para el software

Importancia	Característica	Descripción
1	Software económico	El software en el que se programe y la base de datos no deben necesitar el adquirir licencias
2	Dinámico	El software permite modificar los datos con los cuales se programa las actividades de producción y reestructurar el cronograma.
3	Acorde a la ISO 9000	La documentación que utiliza el software para control de la producción debe estar acordes con los formatos ISO 9000 de García Vega S.A.S.
4	Sistema Seguro	El programa debe evitar los errores o la saturación de su información y mal manipulación
5	Fácil manejo	Diseño de una interfaz amigable con el usuario
6	Base de datos	El software se complementa con información de la empresa como información de empleados, maquinas
7	Visión de fechas de entrega	El software permite tener conocimiento de una fecha optativa para la finalización de la orden de producción

5.1.1.2 Matriz Calidad. Con los requerimientos solicitados por la empresa García Vega S.A.S. y los criterios de diseños se desarrolla una matriz de calidad para establecer cuáles son los criterios de diseño relevantes para satisfacer lo solicitado por la empresa

Tabla 7. Despliegue de la función calidad (QFD) para el diseño del software.

Requerimientos de García Vega S.A.S.	Criterios de Diseño																									
	Económico			Interfaz amigable			Base de datos modificable			Seguridad			cumplimiento correcto de su función			Manejo de formatos de control			ayuda y recomendación instructiva			Manejo de información Dinámica			Código QR de ayuda	
Software económico	7	9	63	3	21	0	0	5	35	0	0	0	0	0	0	0	3	21	0	0						
Dinámico	6	3	18	9	54	9	54	0	0	9	54	3	18	3	18	9	54	9	54							
Acorde a la ISO 9000	5	0	0	9	45	1	5	5	25	9	45	9	45	1	5	0	0	0	0							
Sistema Seguro	4	3	12	1	4	3	12	9	36	3	12	0	0	3	12	0	0	3	12							
Fácil manejo	3	0	0	9	27	5	15	0	0	3	9	3	9	9	27	5	15	9	27							
Base de datos	2	5	10	0	0	9	18	9	18	5	10	5	10	0	0	9	18	9	18							
Visión de fechas de entrega	1	0	0	3	3	3	3	0	0	9	9	3	3	0	0	9	9	0	0							
TOTAL			103		154		107		114		139		85		62		117		111							

5.1.1.3 Organización de los criterios de diseño. De acuerdo a la valoración dada a cada criterio en el desarrollo de la matriz calidad, los criterios de diseño en su orden de importancia quedan determinados de la siguiente manera:

Tabla 8. Orden en prioridad de las características que debe contemplar el software

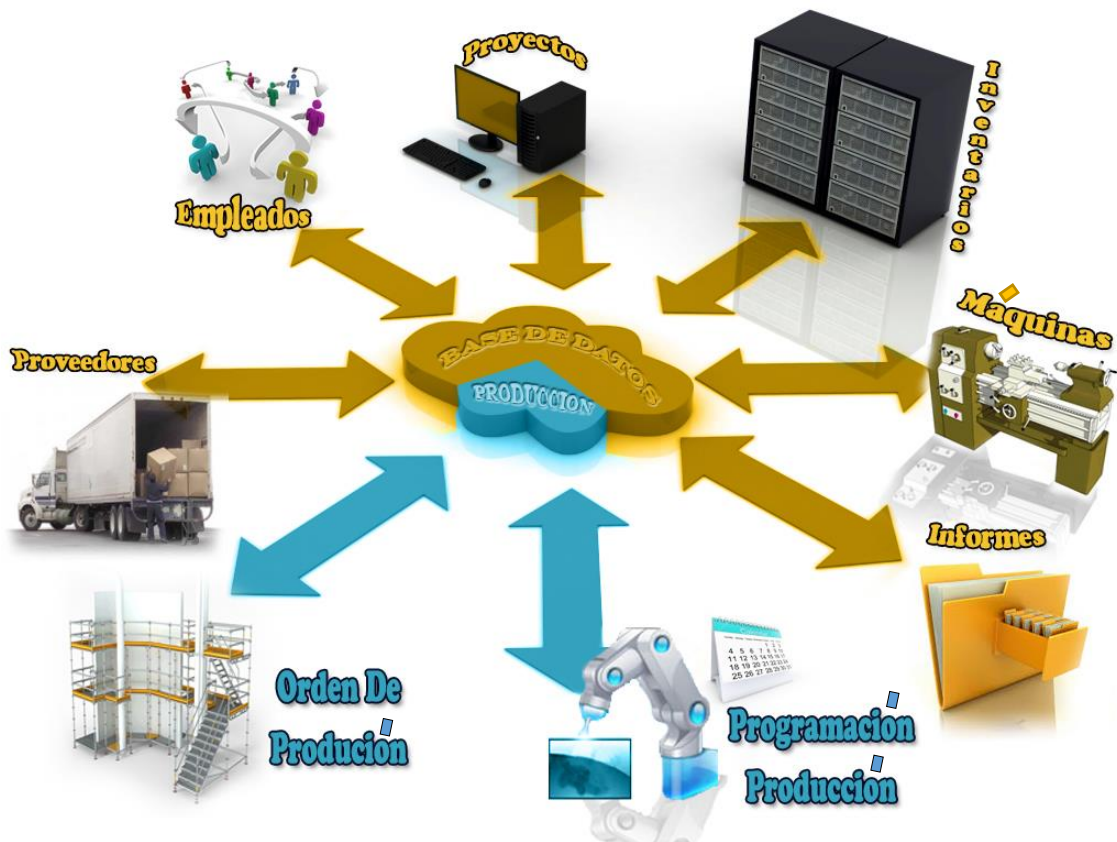
Importancia	Característica	Descripción
1	Interfaz amigable	El software permite un fácil acceso a sus funciones con ayudas visuales y didácticas
2	Cumplimiento correcto de su función	Su función única es programar las actividades de producción
3	Manejo de información dinámica	La información es modificable ante cambios que deben ser introducidos por el usuario
4	Seguridad	Se evita la manipulación indebida de la información y se evita la saturación
5	Código QR de ayuda	Los códigos QR ayudan a enlazar los formatos impresos con la información de la base de datos
6	Base de datos modificable	La base de datos recibe la información que es modificada
7	Económico	Libre de adquirir licencias
8	Manejo de formatos de control	El software lleva la información de acuerdo a los formatos ISO 9000
9	Ayuda y recomendaciones instructivas	Guía básica de la ejecución de los comandos y funciones del programa

5.2 DESARROLLO DEL MODELO DEL SOFTWARE

El software para la planeación y programación de las actividades de producción en García Vega S.A.S. se estructura en 2 principales módulos:

- **Módulo de programación de producción:** Realiza la actividad principal. Lo conforman 2 ventanas de trabajo: Orden de producción y programación de producción. Utiliza la información de máquinas y de productos para crear ordenes de producción con las cuales se generan las programaciones de producción
- **Módulo de información:** Toda la información requerida en la estructura del software es almacenada, editada o eliminada en este módulo. la información que almacena es: Maquinas, Proyectos, Empleados, Proveedores, Inventario e Informes

Figura 32. Propuesta de ventanas para cada uno de los módulos del software.



5.3 DESCRIPCIÓN DE LOS MÓDULOS DEL SOFTWARE MODELO PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.

5.3.1 Ventana acceso al programa. Para salvaguardar la información, el programa restringe el acceso solicitando el nombre de usuario y contraseña que tiene el permiso.

Figura 33. Modelo de interfaz para el acceso al programa



5.3.2 Módulo de programación de producción.

5.3.2.1 Ventana orden de producción. En esta ventana se crean las órdenes de producción. Solicita introducir la fecha en la que se genera la orden, el código interno asignado, el cliente a quien se le crea la orden y el producto, ensamble o elemento que se desea fabricar, la cantidad requerida de los mismo y la fecha de entrega (si no se da fecha el software asume que el producto no tiene restricción de

entrega). Los productos que esta ventana muestra son los que se han introducido previamente en la base de datos en la ventada Proyectos.

Figura 34. Modelo de interfaz para crear las órdenes de producción.




Nº	Nombre	Fecha entrega	descripcion
1	Zapata	4/10/2017	
2	Argulo N13	NA	
3	Andamio	4/10/2017	
4	Pescante liviano	5/11/2017	

5.3.2.2 Ventana programación de la producción. Esta ventana es la que realiza la función principal del software. Solicita las órdenes de producción que se quieren fabricar y la fecha en la que se inicia a fabricar. Cada orden elegida se le debe dar un número de división de lotes (subdivide la orden de producción es pequeños pedidos que se van introduciendo a fabricación).

Figura 35. Modelo de interfaz para generar programaciones de producción.

FECHA DE INICIO


ÓRDENES A PROGRAMAR

N°	ORDEN	FECHA DE ENTREGA	DIVISION DE LOTES	descripcion
1	3024	20/08/2017	3	
2	3015	20/09/2017	1	
3	3026	sin fecha	4	
4	3040	10/10/2017	2	

Con esta información se genera la programación de producción imprimiendo un cronograma de seguimiento de las máquinas y otro cronograma de los elementos. El cronograma se divide en 2 jornadas laborales y cada jornada laboral en 3 turnos.

Figura 36. Modelo de interfaz del cronograma de producción.



PROGRAMACION PRODUCCION

EMPLEADOS

PROVEEDORES


PROYECTOS

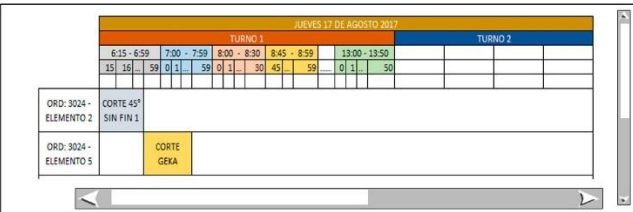
MÁQUINAS

INVENTARIO

INFORMES

GUARDAR
NUEVO
INSERTAR





5.3.3 Módulos de información.

5.3.3.1 Ventana proveedores. Esta ventana almacena la información de contacto de los proveedores que se tienen para los diferentes insumos, la información simplemente se almacena, edita o elimina.

Figura 37. Modelo de interfaz para insertar un nuevo proveedor y administrar la información

The screenshot shows a software window titled "GESTOR PROVEEDOR". At the top left, there are two yellow buttons labeled "NUEVO" and "EDITAR". To their right is a search bar with a magnifying glass icon. Below these elements is a table with five columns: "Proveedor", "Telefono", "Correo", "Direccion", and "Insumos suministrados". The table has ten rows, all of which are currently empty. At the bottom right of the window, there are two more yellow buttons labeled "ACEPTAR" and "CANCELAR".

Proveedor	Telefono	Correo	Direccion	Insumos suministrados

NUEVO PROVEEDOR

PROVEEDOR

TELEFONO

CORREO

DIRECCION

INSUMOS
SUMINISTRADOS

ACEPTAR CANCELAR

5.3.3.2 Ventana empleados. Esta ventana toma la información personal de contacto de cada empleado en la planta de producción, la información se almacena, edita o elimina.

Figura 38. Modelo de interfaz para insertar un nuevo empleado y administrar la información

GESTOR EMPLEADOS

NUEVO EDITAR 🔍

Nombres	Apellidos	Telefono	Direccion	EPS	Cargo	Talentos

ACEPTAR CANCELAR

NUEVO EMPLEADO

NOMBRES

APELLIDOS

TELEFONO

DIRECCION

EPS

CARGO

TALENTOS

5.3.3.3 Ventana Proyectos. En esta ventana se introduce toda la información relacionada con los productos de catálogo de la empresa García Vega S.A.S. La información de los elementos que conforman el producto se organiza en ensambles, el conjunto de ensambles forma el producto. La subventana de elementos guarda la información más importante, debido a que solicita el orden de procesos que se realizan sobre cada elemento, la máquina que la realiza y el tiempo total que se invierte

Figura 39. Modelo de interfaz para crear un nuevo producto

NOMBRE

CANTIDAD ENSAMBLES

NOMBRE	CANT. ELEMENTOS
ENSAMBLE 1 <input type="text"/>	<input type="text"/>
ENSAMBLE 2 <input type="text"/>	<input type="text"/>

INSERTAR FOTO

INSERTAR PLANOS

Figura 40. Modelo de interfaz para introducir la información de los elementos

ENSAMBLE 1 ENSAMBLE 2 ENSAMBLE 3

NOMBRE	CANTIDAD PROCESOS	MATERIAL FABRICACION
ELEMENTO 1 <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

INSERTAR PLANOS

PROCESO	NOMBRE	MAQUINA	TIEMPO	DESCRIPCION
PROCESO 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PROCESO 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

NOMBRE	CANTIDAD PROCESOS	MATERIAL FABRICACION
ELEMENTO 2 <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>


INSERTAR PLANOS

PROCESO	NOMBRE	MAQUINA	TIEMPO	DESCRIPCION
PROCESO 1	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
PROCESO 2	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

5.3.3.4 Ventana de inventario. Esta ventana toma la información sobre el estado del almacén de insumos para llevar tener control de los recursos de producción. La actualización de la información se debe realizar por el usuario mediante la edición o eliminación de la misma.

Figura 41. Modelo de interfaz para insertar un nuevo empleado y administrar la información

GESTOR INVENTARIO



Insumo	Proveedor	Cantidad	Costo	Descripcion

NUEVO INVENTARIO

INSUMO

PROVEEDOR

CANTIDAD

COSTO

DESCRIPCION

5.3.3.5 Ventana de máquinas. Esta ventana almacena la información básica de las maquinas disponibles en producción. Esta ventana es necesaria para la función de programar la producción debido a que las máquinas que se eligen para realizar los procesos son aquellas almacenadas en esta ventana.

Figura 42. Modelo de interfaz para crear información de las máquinas.



The image shows a software interface for creating machine information. It features several input fields and a large text area. On the right side, there is a photo of a machine and two buttons. At the bottom right, there are two icons: a document icon and a refresh icon.

NOMBRE

MARCA

DESIGNACION

INTERNA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

INSERTAR FOTO

INSERTAR MANUAL





5.3.3.6 Ventana de informes. En esta ventana se guardan todas las programaciones que se han imprimido en pantalla anteriormente. La pantalla principal siempre muestra la última programación solicitada, por tal motivo, la función de esta ventana es permitir acceder a la información previamente mostrada.

Figura 43. Modelo de interfaz para la ventana de informes

The image shows a software interface for a report window. At the top right, there is a search bar with a magnifying glass icon. Below it is a table with two columns: 'Fecha' and 'ver'. The table contains ten rows of data. At the bottom right, there are two yellow buttons labeled 'ACEPTAR' and 'CANCELAR'.

Fecha	
17/04/2016	ver
20/05/2017	ver
23/06/2017	ver
24/06/2017	ver
25/06/2017	ver
17/07/2016	ver
20/08/2017	ver
23/09/2017	ver
12/10/2017	ver

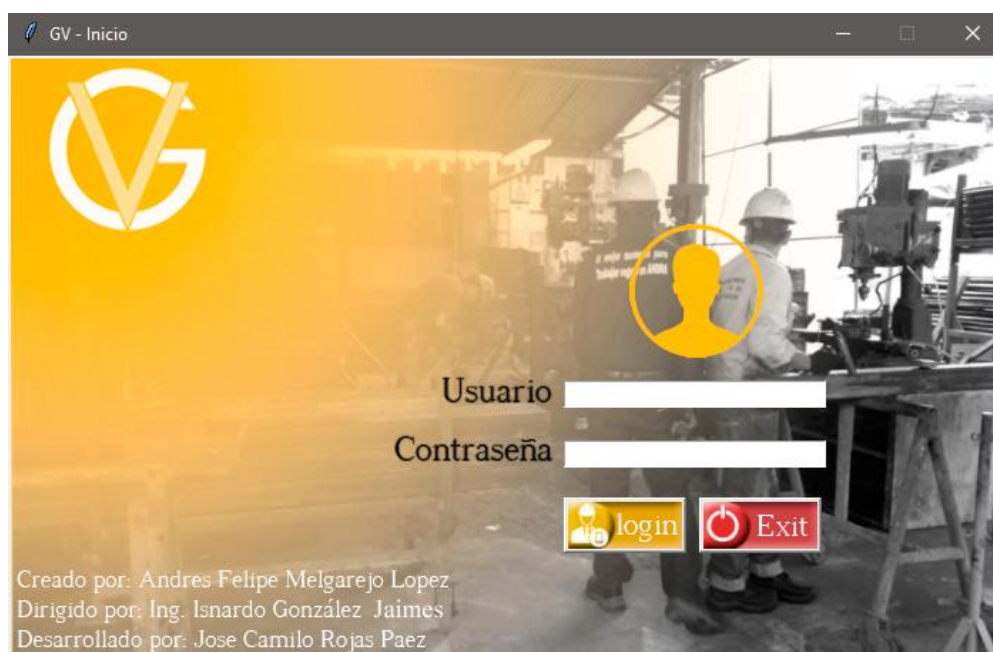
6. PLATAFORMA EN EJECUCIÓN DEL SOFTWARE PARA LA PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA GARCÍA VEGA S.A.S.

El software para la empresa García Vega S.A.S. fue desarrollado en el lenguaje de programación Python versión 3.6. El software es una propuesta para ser implementado como una herramienta en la labor de programar la producción.

6.1 VENTANA INGRESO AL SOFTWARE

Para ingresar al programa se necesita digitar correctamente el usuario y contraseña, de lo contrario, no se permite el acceso al programa ni a la información contenida. El usuario y contraseña es asignado por la empresa García Vega S.A.S.

Figura 44. Ventana de ingreso al software



6.2 MENÚ MÁQUINA

Este menú contiene las funciones concernientes al almacenamiento y modificación de la información sobre las maquinas disponibles para fabricar. Es esencial introducir la información de las máquinas que intervienen en la producción debido a que estas se solicitan en el Menú de Proyectos, en la ventana Agregar Elementos.

6.2.1 Ventana Nueva Máquina y Gestor de Máquina. La ventana Nueva Máquina solicita información básica de cada máquina en la planta de producción. Se permite insertar una imagen de la máquina y el manual en formato PDF.

Las máquinas son almacenadas como botones y se pueden visualizar en el gestor de Máquinas (ver Figura 46), por este motivo, se solicita seleccionar un color para el fondo (Background) y para el texto de dicho botón que funciona como ayuda visual distintiva de cada máquina.

Figura 45. Ventana Nueva Máquina



Al seleccionar alguna máquina de las almacenadas se despliega la ventana con la información de la máquina. El botón editar activa la posibilidad de modificar cualquier información guardada para la máquina (Ver Figura 47). El botón eliminar activa una alerta para asegurar que se desea eliminar la maquina; si se da la aprobación la maquina es eliminada.

Figura 46. Ventana Gestor de Máquinas y Ventana Información de la Máquina

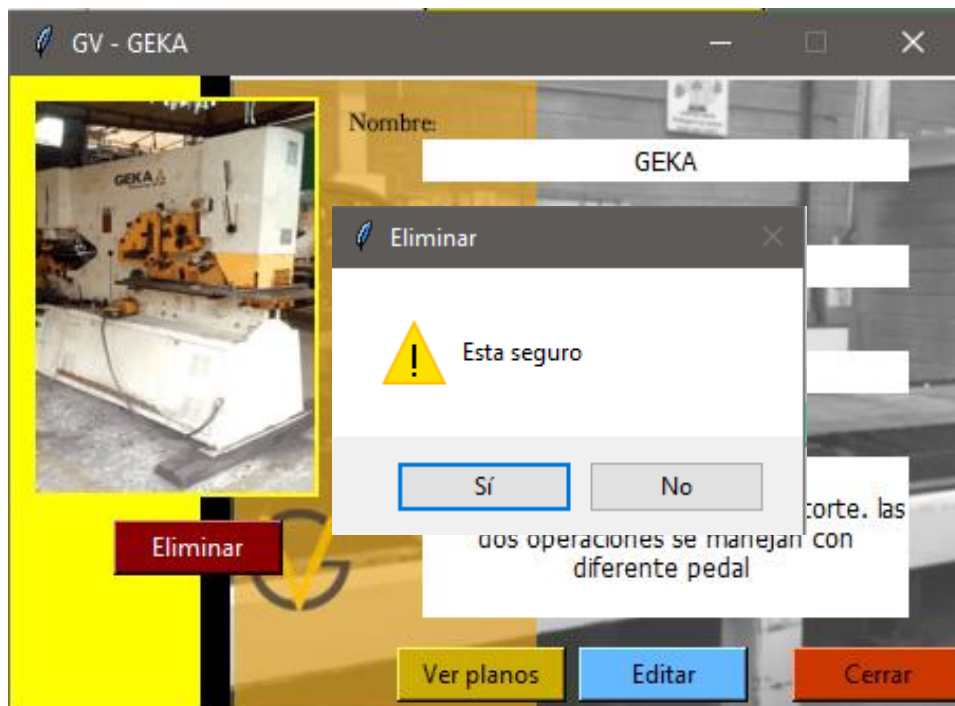
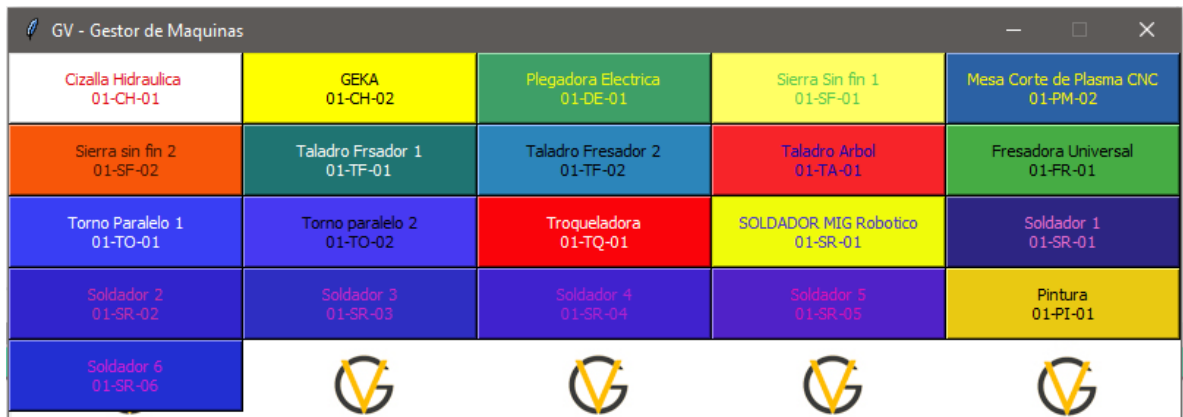


Figura 47. Ventana Editar Máquina

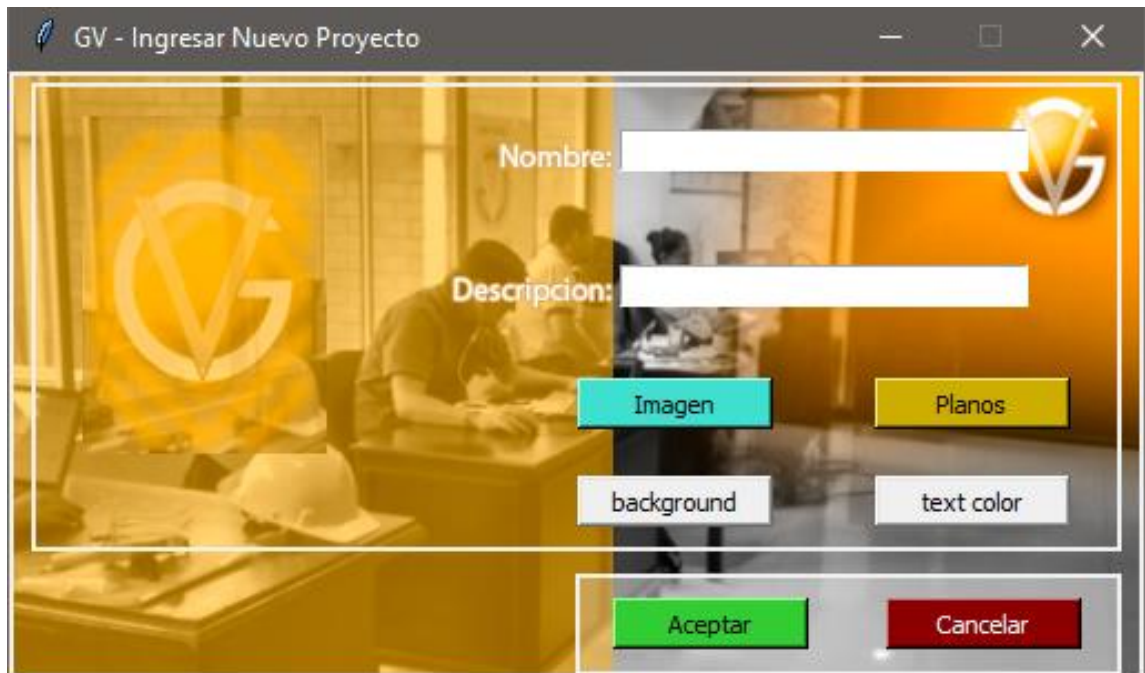


6.3 MENÚ PROYECTOS

En este menú se realiza el procedimiento de estructurar la información que requiere el algoritmo para crear la matriz de fabricación de los elementos. Todos los proyectos se despliegan en ensambles que se encuentran conformados por elementos.

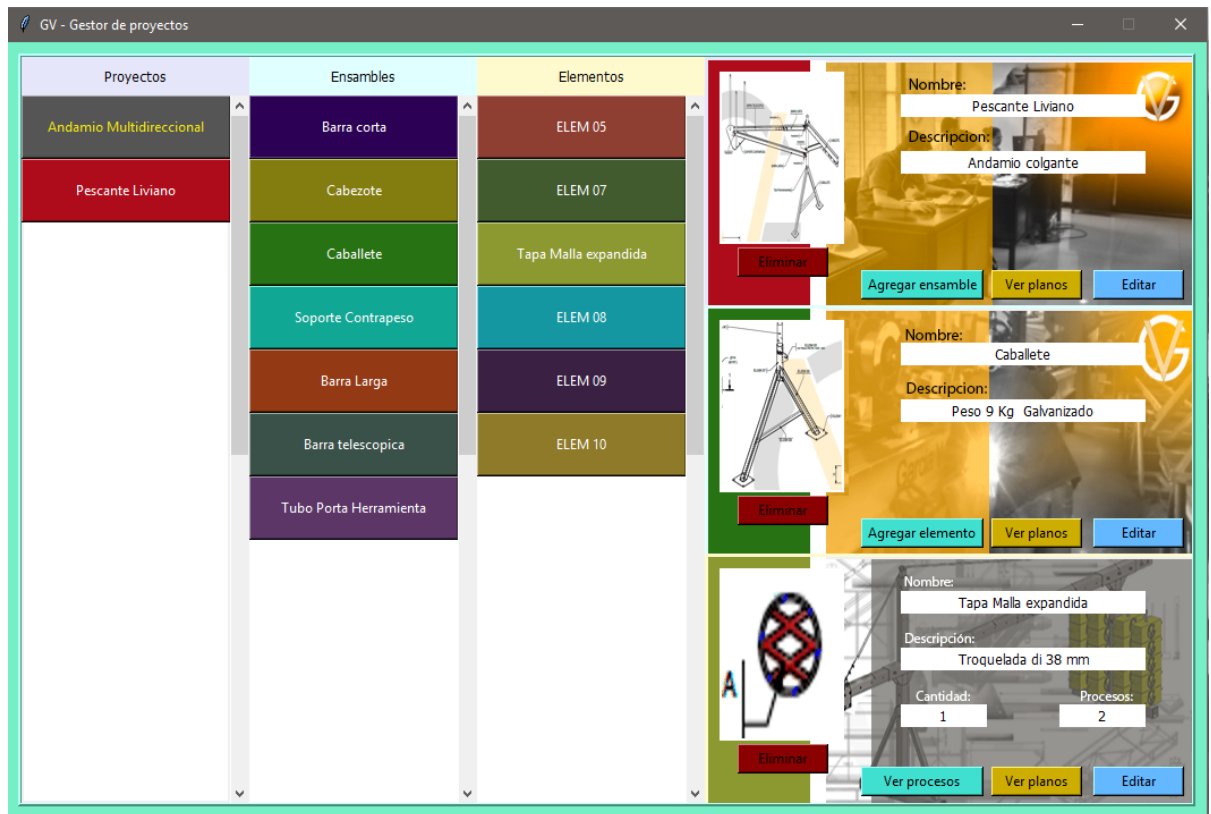
6.3.1 Ventana Nuevo Proyecto. Al ejecutar esta ventana se solicita la información mínima del nuevo proyecto que se va a desplegar. Se permite insertar una imagen del proyecto y el plano en formato PDF. Los proyectos son almacenados como botones por lo cual se debe seleccionar un color para el fondo (Background) y para el texto con el fin de dar una ayuda visual en el gestor.

Figura 48. Ventana Nuevo Proyecto



6.3.2 Ventana Gestor de Proyecto. En esta ventana se estructura la función de desplegar los proyectos creados, editarlos o eliminarlos. Los proyectos creados en la ventana Nuevo Proyecto aparecen en la columna Proyectos. Cuando se selecciona algún proyecto, en la columna Ensamblajes se despliegan los ensambles en que se divide este proyecto; de igual manera, al seleccionar algún ensamble, en la columna Elementos aparecen los elementos que lo conforman. En la parte derecha de esta ventana a medida que se avanza por las columnas, aparece la información del producto, ensamble y elemento seleccionado.

Figura 49. Ventana Gestor de Proyecto



Para crear un ensamble dentro de algún proyecto, se inicia seleccionando el proyecto. En la parte derecha superior aparece la ventana con la información del proyecto seleccionado. El botón agregar ensamble despliega la ventana que solicita la información para crear el nuevo ensamble (ver Figura 50). El botón editar activa la posibilidad de modificar cualquier información del proyecto, mientras que, el botón eliminar activa una alerta para asegurar que se desea eliminar el proyecto.

Figura 50. Ventana Agregar ensamble y editar proyecto



Para crear un nuevo elemento, se debe iniciar seleccionando el proyecto; posteriormente, seleccionar el ensamble al que pertenece el nuevo elemento. En la parte derecha de la ventana en la zona media se visualiza la información del ensamble. El botón agregar elemento despliega la ventana que solicita la información referente a la hoja de ruta del elemento (ver Figura 51). La cantidad corresponde en caso de que el elemento se repita en el ensamble. Al seleccionar el número de procesos se despliegan los cuadros para digitar la información de los

mismo. Se debe tener presente que el orden de procesos debe ser introducido como se solicita; la información del tiempo de proceso debe ser en minutos por unidad.

Figura 51. Ventana Nuevo Elemento

Nombre:

Descripción:

Imagen Planos

background text color

Cantidad: Nº de procesos: ok

Procesos	Nombre	Maquina	Tiempos		
Proceso 1	<input type="text"/>	<input type="text" value="v"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
Proceso 2	<input type="text"/>	<input type="text" value="v"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Aceptar Cancelar

Toda la información de los diferentes proyectos, ensambles o elementos puede ser editada, de la misma forma cualquier proyecto, ensamble o elemento puede eliminarse luego de dar una respuesta positiva a la ventana emergente.

6.4 MENÚ PRODUCCIÓN

En este menú se encuentran las funciones para registrar las diferentes ordenes de producción que llegan a la planta de fabricación para posteriormente generar la programación de las que se requieren ejecutar.

6.4.1 Ventana Orden de Producción. En esta ventana se registra inicialmente la información correspondiente al formato de Orden de Producción: Fecha en que se recibe la orden, el cliente que la solicita y el número correspondiente al formato de diligenciamiento.

Para registrar algún proyecto, ensamble o elemento a la orden se debe inicialmente buscar en la lista desplegable el proyecto al que se hace referencia. Si se desea fabricar todo el proyecto, se debe seleccionar el botón de chequeo e introducir la cantidad a fabricar. Si lo que se desea fabricar es un ensamble o elemento del proyecto seleccionado se debe dar clic en el botón adjunto al de chequeo para visualizar la lista desplegable con la información de los ensamblajes que pertenecen a dicho proyecto, de igual modo, se realiza el mismo procedimiento para seleccionar un elemento del ensamble al que se hace referencia en la lista desplegable. Cada vez que se selecciona algún proyecto, ensamble o elemento se le debe dar la fecha en la que se desea terminar su fabricación. Se permite que las órdenes de producción tengan diferentes fechas de entrega para los proyecto, ensamble o elementos seleccionados

La división de lotes cumple la función de subdividir la cantidad introducida para el proyecto, ensamble o elemento seleccionado e introducirlos a fabricación en grupos

de acuerdo al número de división de lotes que se le otorgo. El software arroja una ventana de advertencia cuando la división de lotes no es entera.

Figura 52. Ventana Orden de producción

Item	Cantidad	Fecha	División
Pescante estandar / Base Delantera	50	6/Agosto/2017	10

6.4.2 Ventana Gestor de Programación. Esta ventana cumple la función de generar la programación de la producción de las Ordenes de Producción que se elijan en su lista desplegable. La programación inicia en la fecha que se elige y el resultado obtenido será la programación que el algoritmo encuentra como óptima.

Figura 53. Ventana Gestor de Programación

GV - Programación

Nombre de Registro: Pescantes UIS Fecha de Inicio: 8 Noviembre 2017

Ordenes de Producción: 7348 - 7/Noviembre/2017 - UIS

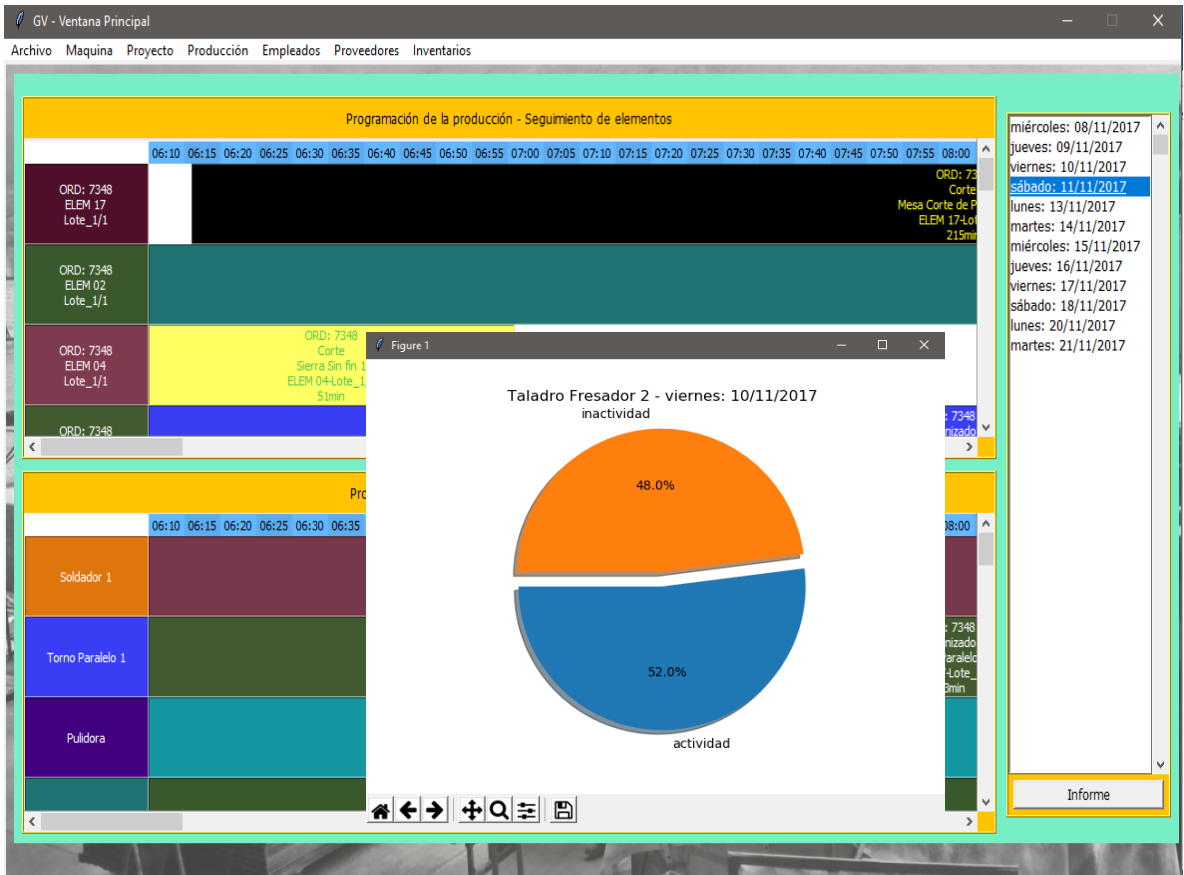
Orden	Proceso-Lote	Producto	Ensamble	Elemento	Fecha	tiempo
7348	Corte-Lote_1/1	Pescante Liviano	Barra corta	ELEM 18	11/Noviembre/20	425
7348	Perforado-Lote_1/1	Pescante Liviano	Barra corta	ELEM 18	11/Noviembre/20	525
7348	Ranurado-Lote_1/1	Pescante Liviano	Barra corta	ELEM 18	11/Noviembre/20	615
7348	ENSAMBLE-Lote_1/1	Pescante Liviano	Barra corta	ELEM 18	11/Noviembre/20	320
7348	Corte-Lote_1/1	Pescante Liviano	Barra corta	ELEM 17	11/Noviembre/20	215
7348	Punzado-Lote_1/1	Pescante Liviano	Barra corta	ELEM 17	11/Noviembre/20	213

Cargar

Orden	Fecha	Cliente
7348	7/Noviembre/2	UIS

Aceptar Cancelar

Figura 54. Formato de visualización de la programación obtenida en el software



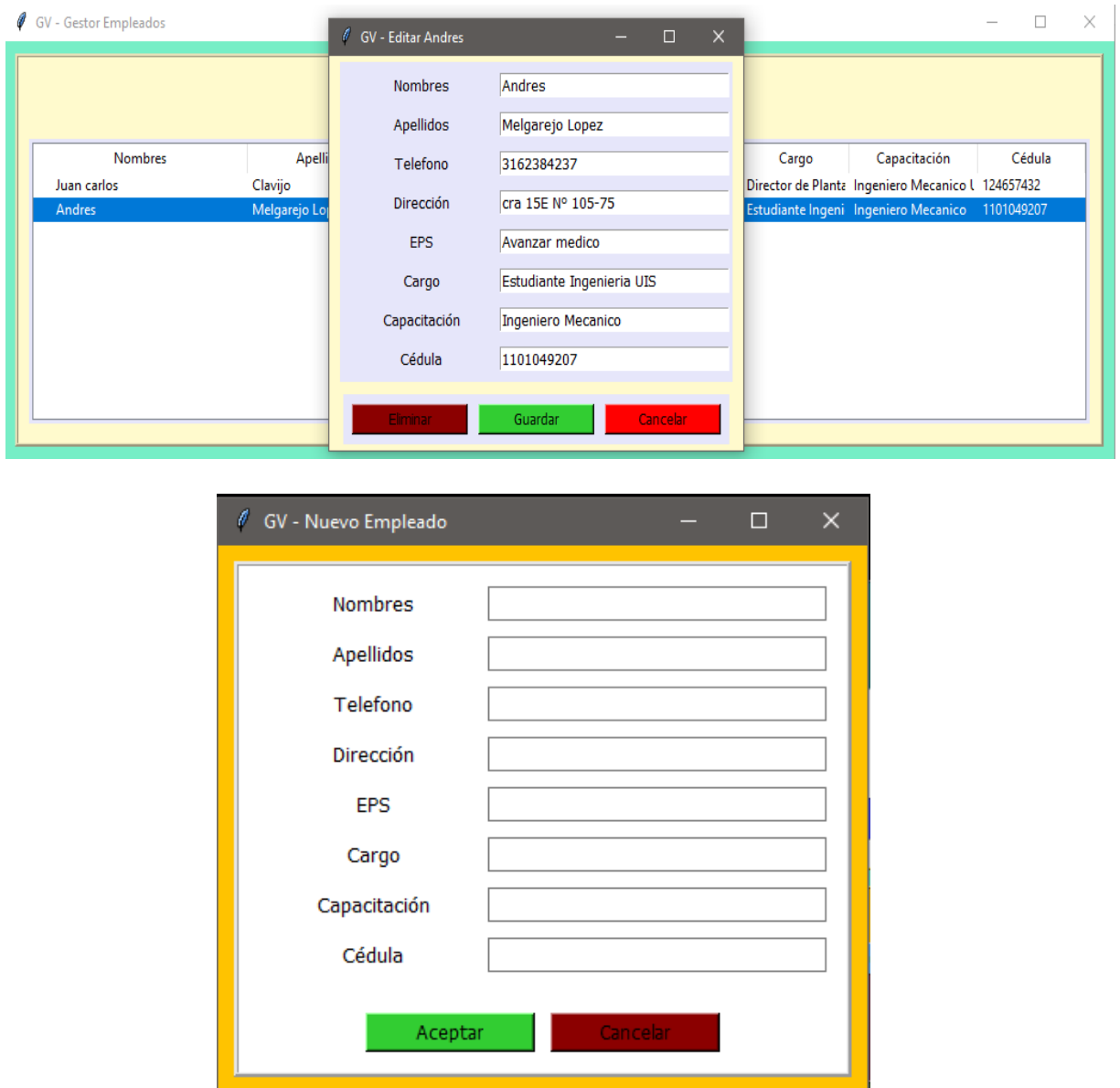
6.5 MENÚ EMPLEADOS

En este menú, se encuentra las funciones pertinentes para almacenar, modificar o eliminar información referente a los empleados en la planta de producción

6.5.1 Ventana Nuevo Empleado y Gestor de Empleados. En la ventana Nuevo Empleado se debe digitar toda la información para crear un nuevo empleado. Los empleados se almacenan en la ventana Gestor de Empleados.

Para modificar la información, en el gestor se debe seleccionar el empleado al que se le realiza el cambio y dar clic invertido para acceder a la ventana de edición. También se puede acceder a esta ventana mediante el buscador.

Figura 55. Ventana Nuevo empleado y Gestor de empleados



6.6 MENÚ PROVEEDORES

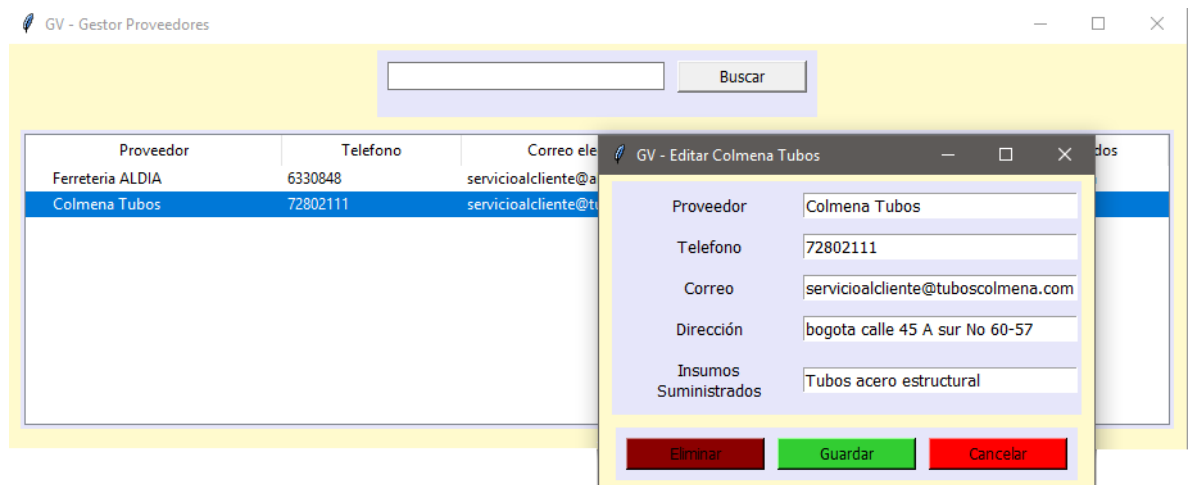
En este menú, se encuentra las funciones pertinentes para almacenar, modificar o eliminar información referente a los proveedores de materia prima y consumibles que maneja García Vega S.A.S. para realizar los procesos de producción

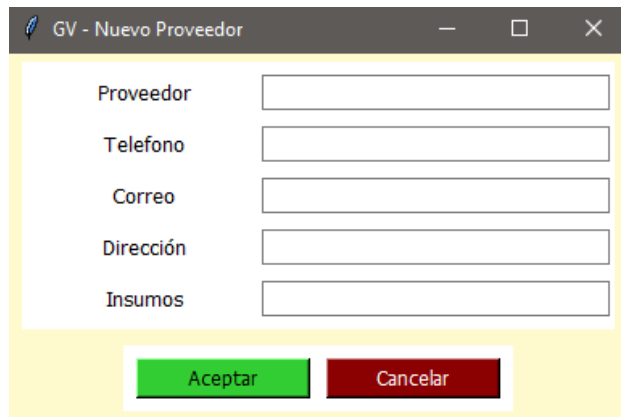
6.6.1 Ventana Nuevo Proveedor y Gestor de Proveedores. En la ventana Nuevo Proveedor se debe digitar toda la información para crear un nuevo proveedor.

Los proveedores almacenados se visualizan en la ventana Gestor de Proveedores.

Si se requiere modificar la información se debe seleccionar el proveedor en la ventana gestor y dar clic invertido para acceder a la ventana de edición. También se puede acceder a esta ventana mediante el buscador

Figura 56. Ventana Nuevo Proveedor y Gestor de Proveedores





GV - Nuevo Proveedor

Proveedor

Telefono

Correo

Dirección

Insumos

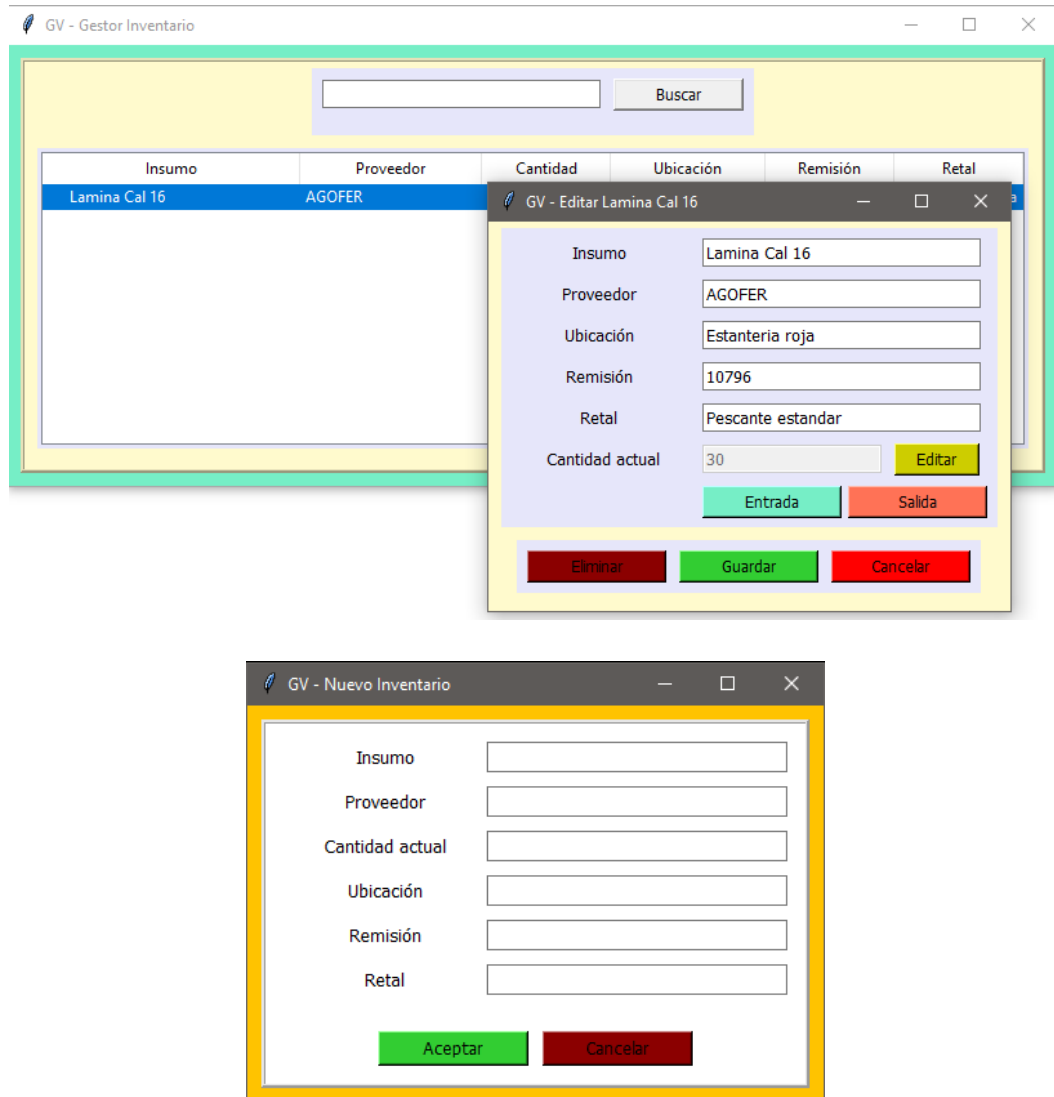
Aceptar Cancelar

6.7 MENÚ INVENTARIO

En este menú, se encuentra las funciones pertinentes para almacenar, modificar o eliminar información referente a los recursos de materia prima y consumibles disponibles en el almacén del inventario. Esta información es administrada de modo manual por el usuario del software.

6.7.1 Ventana Nuevo inventario y Gestor de Inventario. En la ventana Nuevo Inventario se debe digitar toda la información para crear la existencia de un nuevo recurso en el inventario. Los recursos almacenados en el inventario se visualizan en la ventana Gestor de inventario. Si se requiere modificar la información se debe seleccionar el recurso en la ventana gestor y dar clic invertido para acceder a la ventana de edición. También se puede acceder a esta ventana mediante el buscador

Figura 57. Ventana Nuevo inventario y Gestor de Inventario



6.8 MENÚ INFORMES

Este menú tiene la ventana Informes la cual permite volver a imprimir en pantalla programaciones que fueron ejecutadas anteriormente, también abre un informe en PDF. Esta ventana es necesaria debido a que la programación que se muestra en pantalla siempre es la última ejecutada.

7. REQUERIMIENTOS DE HARDWARE Y PRUEBAS DEL SOFTWARE

Para un óptimo desempeño del software para la planeación y control de la producción de la empresa García Vega S.A.S., se debe cumplir con las siguientes especificaciones

7.1 REQUERIMIENTOS DE HARDWARE

- ▶ Procesador: Intel Pentium II 700 MHz o superior.
- ▶ 128MB de memoria RAM o superior.
- ▶ 1GB de espacio libre en disco duro
- ▶ Resolución de pantalla de 1366 x 768 pixeles o superior
- ▶ Monitor de relación de aspecto 16:9 (Panorámico), Mouse y Teclado.

7.2 REQUERIMIENTOS DE SOFTWARE

- ▶ Python 3.6.2
- ▶ Librería pillow (pip install pillow) para procesar imágenes
- ▶ Librería py_dateutil (pip install py_dateutil) para manejar datos de fechas
- ▶ Librería matplotlib (pip install matplotlib) para generar las gráficas
- ▶ Librería fpdf (pip install fpdf) para generar el informe en PDF
- ▶ Microsoft Word y Adobe Reader

7.3 PRUEBAS DEL SOFTWARE

Para verificar los resultados que obtiene el software se realizó la simulación para fabricar el ensamble Base delantera del producto Pescante Estándar el cual contiene los elementos: ELEM 01, ELEM 02 y ELEM 03. Se hizo correr el algoritmo variando el número de división por lotes haciendo la cifra cada vez mayor.

Figura 59. Pruebas de la sensibilidad para la división de lotes

Item	Cantidad	Fecha	División
Pescante estandar / Base Delantera	50	2/Febrero/2018	5

7.3.1 Análisis de las pruebas. La división de lotes para una orden de producción distribuye en grupos los elementos de acuerdo a este valor duplicando su información. Elegir un numero de división de lotes cada vez mayor para una orden de producción conlleva incompatible con la realidad debido a que se estarían generando cuellos de botella y acumulación de inventario a manufacturar en las máquinas.

Figura 60. Resultado obtenido para una división de 2 lotes

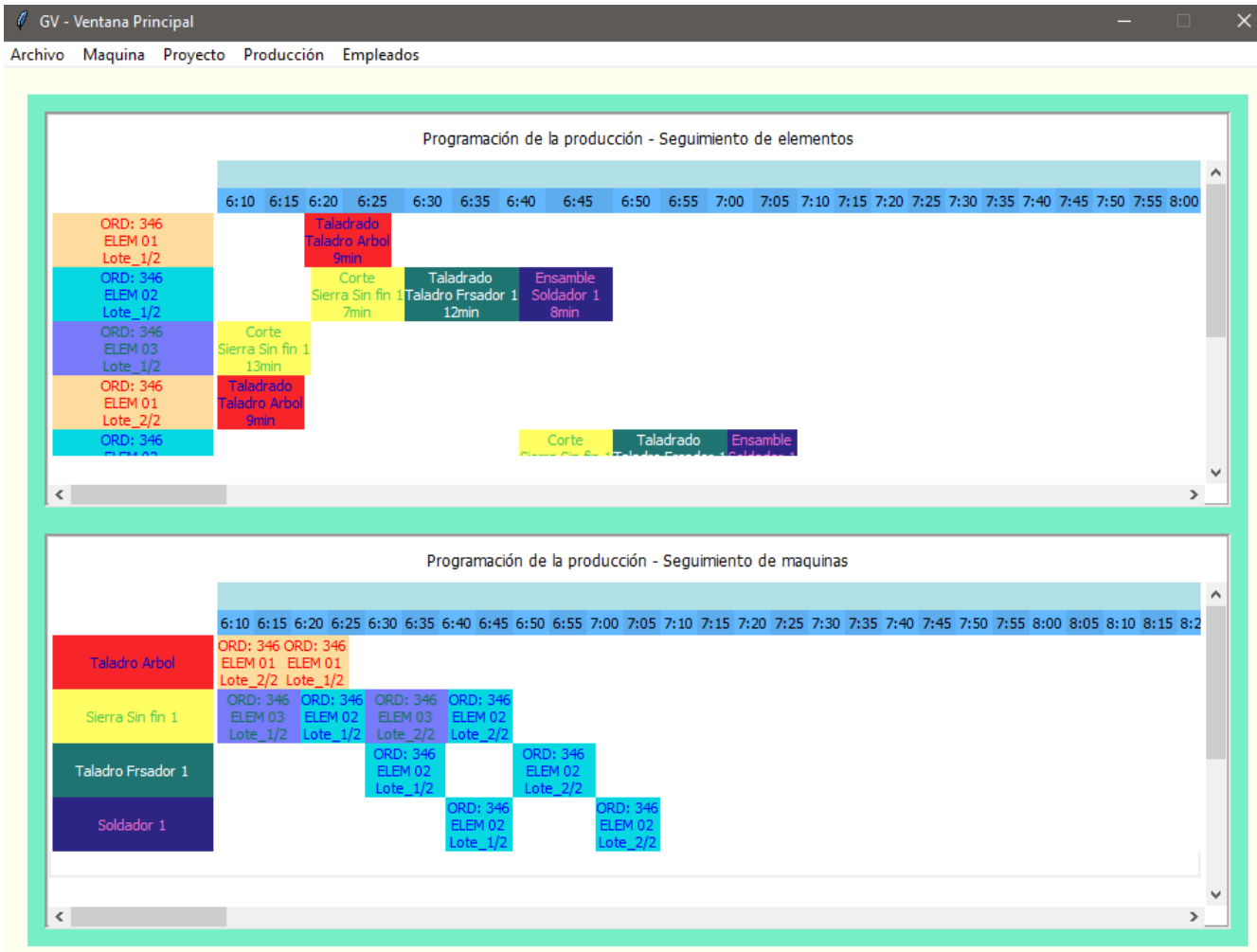
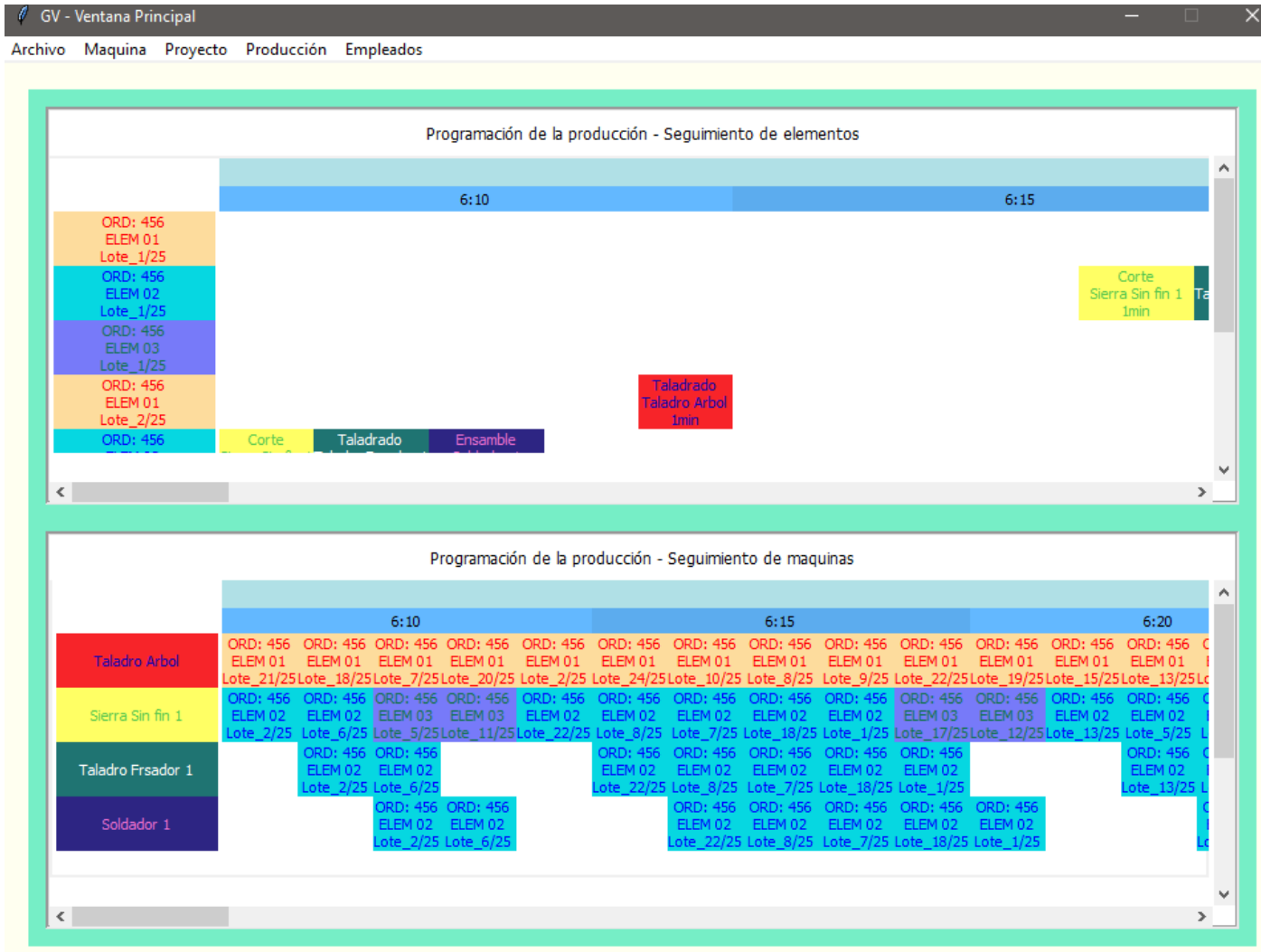


Figura 61. Resultado obtenido para una división de 5 lotes



8. CONCLUSIONES

Aplicando la metodología para el despliegue de la función calidad (QFD) se diseñó, desarrolló e implementó un software adaptado a los lineamientos de la planta de producción de García Vega S.A.S. el cual funciona como herramienta para asistir las labores de organizar y planear las tareas de producción. Softwares especializados en estas funciones requieren un costo inicial de infraestructura y la adquisición de licencias. El lenguaje de programación implementado para el desarrollo del software es de código libre, por lo cual, no se requiere adquirir licencias, esto permite implementar el software invirtiendo un bajo costo en la infraestructura.

El software se articuló en los 3 módulos planteados. Un primer módulo tiene la facultad de recopilar la información referente a las máquinas y los productos. Un segundo módulo distribuye la información de los productos requeridos mediante las ordenes de producción para posteriormente ejecutar su programación. Por último, un tercer modulo tiene la facultad de almacenar, editar o eliminar la información.

Las pruebas de verificación y validación se realizaron simulando la programación de ordenes de producción para ser manufacturadas en la planta de producción de García Vega S.A.S.; al corroborar los resultados del software con lo que debería ser un desarrollo real se evidencia ciertas discrepancias debido a que el software no es sensible a factores reales como las paradas de maquina por fallas o para mantenimiento. El software tampoco contempla que la planta de producción tiene un espacio físico limitado el cual influye al momento de avanzar en la ejecución de los diferentes procesos de cada elemento.

9. RECOMENDACIONES

El software tiene ciertos límites en su almacenamiento de información para los proyectos. Solo se puede almacenar hasta 25 proyectos, de los cuales cada uno solo puede llegar hasta un máximo de 25 ensambles, de igual manera cada ensamble está limitado por un número máximo de 25 elementos. Proyectos que superen esta limitación no pueden ser simulados en el software. Para mejorar estas falencias se recomienda para desarrollo de futuras versiones, implementar una estructura de base de datos.

El resultado que obtiene el software es una programación optimizada para los tiempos de entrega de los productos y la finalización de la manufactura de las ordenes elegidas, pero, dicha optimización no tiene presente limitaciones de espacio físico de la planta, además, el algoritmo siempre supone que las máquinas están disponibles durante toda la producción, por esta razón, a los tiempos obtenidos se les debe aplicar cierto factor de seguridad para amortiguar estas eventualidades.

Si los resultados no son congruentes a los esperados, se recomienda volver a ejecutar la programación o cargar de nuevo la orden de producción, pero, con un número menor en la división de lotes.

BIBLIOGRAFÍA

BROCCATE MEZA, Jefferson y RAUDALES AGUDELO, Arturo José. Implementación de un software para la planeación de procesos asistida por computadora CAPP en la manufactura de la empresa Marcos Milan S.A.S. Bucaramanga, 2016, 188 p. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero mecánico. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas.

GAMBOA CAMACHO, Jenny Lizeth y GOMEZ SALAMANCA, Andres Esneider. Software para la planeación de procesos asistida por computador (CAPP) en INDUSTRIAS ACUÑA LTDA. Bucaramanga, 2010, 184 p. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero mecánico. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas.

GARCÍA VEGA S.A.S. Manual de calidad [Base de datos en cinta magnética]. Sep. 2016. Versión 6. [citado agosto 2017]

GARCÍA VEGA S.A.S. Procedimiento de ingeniería, Diseño e Innovación P-IDI-01 [Base de datos en cinta magnética]. Junio. 2017. Versión 4. [citado septiembre 2017]

GROOVER, Mikel P. Fundamentos de manufactura moderna: materiales, procesos y sistemas. México: McGraw-Hill, 2007. p. 953-969.

PEÑA, Víctor y ZUMELZU, Lillo. Estado del Arte del Job Shop Scheduling Problem. Chile, 2006. Universidad Técnica Federico Santa María Valparaíso. Departamento de informática.

SALAZAR LÓPEZ. Bryan. Programación a corto plazo: Principios de prioridad para la secuencia de trabajos [en línea]. Recuperado en 4 de octubre de 2017. Disponible en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/producci%C3%B3n/programaci%C3%B3n-a-corto-plazo/>


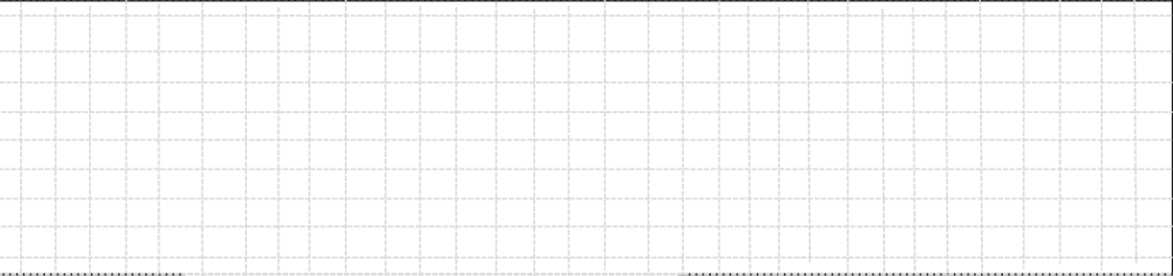
SIEMENS. Catalogo SIMATIC Preactor APS [2016-2017]. [en línea]. Disponible en: <<http://www.preactor.com/Products.aspx#.WQO1DdJ97IU>>. Consultado: 21 de abril de 2017.

SILVA GRANADA, Laura Jessenia y GAMBOA NIÑO, Andrés Julian. Software para la planeación y control de la producción aplicado a INDUSTRIAS TANUZI S.A. Bucaramanga, 2011, 161 p. Trabajo de grado para optar por el título de Ingeniero mecánico. Universidad Industrial de Santander. Facultad de Ingenierías Físicomecánicas.

VÉLEZ GALLEGO, Mario César; CASTRO ZULUAGA, Carlos Alberto y MAYA TORO, Jairo. Algoritmo de búsqueda aleatoria para la programación de la producción en un taller de fabricación. En: Revista Universidad EAFIT. 2003, vol. 39, no. 131. pp. 76-86

ANEXOS

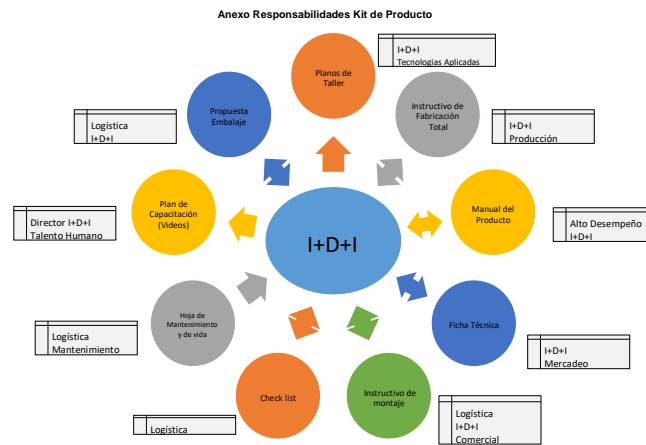
Anexo A. Formato de Orden de Producción

	ORDEN DE PRODUCCION		CODIGO: F-PRO-01	
			Fecha: 18/03/2014	versión 1
			Página 1 de 1	
FECHA DE ORDEN				
FECHA DE CIERRE			DESTINO	
CANT	PRODUCTO		ESPECIFICACIONES	
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS (PLANO)				
				

DR. PRODUCCIÓN

SUPERVISOR

Anexo C. Procedimiento de diseño y desarrollo de productos



Anexo D. Procedimiento de control de producción

	PROCEDIMIENTO DE CONTROL DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO: P-PRO-01	
		FECHA: 02/08/2017	VERSIÓN: 4
		Página 1 de 3	

1. OBJETIVO:

Describir las actividades a desarrollar desde la planificación de la producción hasta el despacho de productos terminados.

2. ALCANCE:

El procedimiento cubre las actividades desde identificación de los materiales necesarios, las prioridades de producción, los tiempos de fabricación y la mano de obra disponible y especifica las actividades a ejecutar en la fabricación, organización y control de las tareas y calidad, verificación de los planes de trabajo definidos para la producción.

3. TÉRMINOS Y REFERENCIAS:

Orden de producción: Las órdenes de producción se realizan para formalizar el plan de producción. Es un documento que organiza de forma sistematizada los procesos de fabricación destinados a obtener productos. Pretende determinar los materiales, el tiempo de producción, las etapas de la producción y la mano de obra necesarias para elaborar un pedido.

Proceso: Es el conjunto de operaciones necesarias para llevar a cabo la producción de un bien o servicio, que ocurren de forma planificada, y producen un cambio o transformación de materiales, objetos o sistemas.

Insumos: Es el material inicial (materia prima, subproducto) que se incorporan al proceso para satisfacer necesidades y ser parte de un producto final.

Plan de Calidad: Documento que gestiona al sistema de Calidad de la organización, este sirve para todo proceso, trabajo o proyecto.

Programa de producción: Consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinando así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

Control de producción: Registro diario de actividades realizadas en cada una de las secciones de la planta (corte, mecanizado, punzonado, doblado, ensamble, pintura, soldadura).

Control de Calidad: Conjunto de los mecanismos, acciones y herramientas realizadas para detectar la presencia de errores. La función principal del control de calidad es asegurar que los productos o servicios cumplan con los requisitos mínimos de calidad.

4. DESARROLLO DEL PROCESO

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DOCUMENTO DE REFERENCIA
1. Solicitud del pedido	La solicitud de fabricación y los pedidos se informan al director de producción y al programador de producción, para ser incluidas en el programa de fabricación	Gerencia, director de ICM, Director IDI, director comercial, director de Logística, director de galvanizado o clientes externos.	Correo electrónico, vía telefónica
2. Análisis de la solicitud	Analizar especificaciones del pedido, capacidad de fabricación actual, mano de obra, insumos y materias primas, tiempos de entrega y tiempo estimado de la orden. Al tener los recursos necesarios para realizar la fabricación se definen	Director de Producción Programador de producción	F-AD-04 Plan de Calidad

	<p>prioridades de producción.</p> <p>De lo contrario se analizan inconvenientes y se toma la decisión de fabricar o no.</p>		
3. Elaboración de la orden de producción	<p>Establecer la orden con un código consecutivo, fecha de inicio, fecha de cierre, responsables y especificaciones técnicas del producto a fabricar (planos y/o dimensiones). Nota: El coordinador de producción organiza las órdenes según prioridades establecidas.</p>	Programador de Producción	F-PRO-01 Orden de Producción

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DOCUMENTO DE REFERENCIA
---------------	-------------	-------------	-------------------------

<p>4. Entrega de la orden de producción al Coordinador de Producción</p>	<p>El Programador de Producción junto con el Coordinador de Producción establecen: secuencia de producción, planificación de las actividades y seguimiento al producto en proceso.</p> <p>Posteriormente la orden de producción se entrega a los Supervisores para su ejecución.</p> <p>El supervisor comunica novedades o necesidades de la orden de producción que se está ejecutando al Coordinador de Producción.</p> <p>Si la orden de producción es generada por el proceso Ingeniería y Construcción Metálica (ICM) se asigna una persona específica generalmente el oficial de obra</p>	<p>Programador de Producción</p>	<p>F-PRO-01 Orden de Producción</p>
--------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------------

	(con conocimiento de planos y trazo) diferente al supervisor de planta, para que realice el seguimiento a la orden hasta llegar a su finalización.		
5. Comunicación de la Orden de Producción a cada proceso.	Según el Plan de Calidad establecido para la producción, los supervisores comunican a los trabajadores de cada proceso las actividades a ejecutar y las especificaciones técnicas: cantidades, medidas, planos y materiales.	Supervisor de Producción Trabajadores de cada proceso (Operadores, Soldadores, Pintores y Auxiliares)	F-PRO-02 Seguimiento Producción diaria Instructivos de producción
6. Solicitud de Materiales	Los materiales utilizados en la orden de producción, deben ser solicitados en el almacén referenciando el número de orden para la que se destinan. El almacenista realiza entrega	Programador de Producción / Despachador / Inventarios	Entradas y Salidas de Materiales e insumos Informes de almacén Requisiciones de material Informes de fabricación para obras.

	<p>del material llevando control de los insumos proporcionados para cada una de las órdenes. En el caso de la materia prima (tubería- láminas- madera- pintura) debe existir un control de entradas y salidas de material, llevando un sistema de inventario que indique las cantidades necesarias para mantener en stock y para el consumo de las órdenes de producción.</p> <p>El almacenista debe mantener información actualizada de los materiales en almacén y realizar informes permanentes de entregas y requerimientos.</p>		
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

<p>7. Ejecución de la orden de producción.</p>	<p>Los trabajadores que participan en la producción deben diligenciar el formato establecido para el seguimiento de la producción diaria y reportar las novedades u observaciones generadas en el desarrollo de la tarea.</p> <p>En las diferentes secciones se ejecutan los órdenes de producción de acuerdo a las especificaciones técnicas, instructivos para cada producto, plan de calidad y prioridades de la fabricación por el coordinador de producción.</p> <p>El producto en proceso, una vez termine su paso en cada sección debe ser llevado a la siguiente para su continuidad.</p>	<p>Trabajadores de cada proceso (Operadores, Soldadores, Pintores y Auxiliares)</p>	<p>F-PRO-02 Seguimiento producción diaria</p> <p>Instructivos de fabricación</p>
<p>PROCEDIMIENTO</p>	<p>ACTIVIDADES</p>	<p>RESPONSABLE</p>	<p>DOCUMENTO DE REFERENCIA</p>

<p>8. Seguimiento de la fabricación</p>	<p>El Supervisor realiza control y seguimiento al proceso de fabricación teniendo en cuenta las variables que puedan afectar el proceso y así evitar fallas en la calidad por paros en la producción o reprocesos.</p> <p>Se analizan eventualidades presentadas, se generan acciones correctivas, preventivas y de mejora para optimizar el proceso.</p> <p>Cuando se detecta un producto no conforme se debe registrar en el formato de actividades diarias e informar al supervisor.</p> <p>El supervisor es el encargado de realizar el seguimiento por medio del registro en el formato de producto no conforme.</p>	<p>Director de Producción Programador de Producción Coordinadores de Producción Supervisores de Producción y Analista de Producción</p>	<p>F-PRO-01 Ordenes de producción</p> <p>F-AD-04 Plan de Calidad</p> <p>F-PRO-02 Seguimiento producción diaria</p> <p>P-PRO-02 Control de producto no conforme producción</p>
-----------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Se realizan reuniones semanales con el fin de revisar los inconvenientes que se presentaron en cada proceso durante la semana y tomar acciones correctivas o preventivas al respecto.</p>		
<p>9. Control de Calidad</p>	<p>Realizar el control de calidad de tintas penetrantes a las fabricaciones de productos Garcia Vega, tomando una muestra mensual aleatoria de las órdenes de producción del respectivo mes. Nota: Según solicitud del cliente se realizara inspección de tintas penetrantes.</p>	<p>Personal Certificado En inspección de Soldadura</p>	<p>I-PRO19 Instructivo de tintas penetrantes</p>

<p>10.Finalización y cierre de la orden</p>	<p>El producto terminado es colocado en el área de almacenamiento para realizar inspección final y etiquetado.</p> <p>Después de revisar el lote fabricado y marcarlo con la fecha y número de orden de producción correspondiente. Se procede a despachar el producto terminado registrando la salida de almacén.</p> <p>Se realiza cierre formal de la orden colocando fecha de finalización.</p>	<p>Coordinador/ Despachador</p>	<p>F-PRO-01 Orden de producción. Salida de almacén.</p>
---------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------	-----------------------------------------------------------------

Anexo E. Procedimiento de Fabricación

	PROCEDIMIENTO DE FABRICACION	CÓDIGO: P-PRO-04	
		FECHA	VERSIÓN
		10/12/2015	3
Página 1 de 3			

1. OBJETIVO:

Describir las actividades generales para la fabricación de productos en GARCIA VEGA SAS.

2. ALCANCE:

El procedimiento aplica para las actividades de fabricación, desde la recepción de los materiales e insumos hasta lograr un producto terminado.

3. TÉRMINOS Y REFERENCIAS:

Orden de producción: Las órdenes de producción se realizan para formalizar el plan de producción. Es un documento que organiza de forma sistematizada los procesos de fabricación destinados a obtener productos. Pretende determinar los materiales, el tiempo de producción, las etapas de la producción y la mano de obra necesarias para elaborar un pedido. **Proceso:** Es el conjunto de operaciones necesarias para llevar a cabo la producción de un bien o servicio, que ocurren de forma planificada, y producen un cambio o transformación de materiales, objetos o sistemas.

Insumos: Es el material inicial (materia prima, subproducto) que se incorporan al proceso para satisfacer necesidades y ser parte de un producto final.

Materiales: Las materias primas que ya han sido manufacturadas pero todavía no constituyen definitivamente un bien de consumo se denominan productos semielaborados, productos semiacabados o productos en proceso, o simplemente materiales

Plan de Calidad: Documento que gestiona al sistema de Calidad de la organización, este sirve para todo proceso, trabajo o proyecto.

Programa de producción: Consiste en la fijación de planes y horarios de la producción, de acuerdo a la prioridad de la operación por realizar, determinando así su inicio y fin, para lograr el nivel más eficiente. La función principal de la

programación de la producción consiste en lograr un movimiento uniforme y rítmico de los productos a través de las etapas de producción.

Control de producción: Registro diario de actividades realizadas en cada una de las secciones de la planta (corte, mecanizado, punzonado, doblado, ensamble, pintura, soldadura).

4. DESARROLLO DEL PROCESO

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DOCUMENTO DE REFERENCIA
1. Recepción de elementos y/o materia prima	Las especificaciones de material requerido son elaboradas según las necesidades de Director ICM, Director de Producción y Gerencia. Cuando el material ingresa a la planta de producción de Girón se identifican los insumos y materiales, se inspeccionan y se verifica que cumplan con las especificaciones realizadas. Se diligencia una entrada registrando cantidades que ingresan, el tipo de material, sus características	Despachador	Entrada de Almacén
2. Almacenamiento de materia prima o elementos	Los insumos y materiales se almacenan en los caballetes o arrumes organizado por diámetros y calibres. Cuando se trata de elementos prefabricados o	Despachador	

	<p>insumos estos se organizan en los armarios dentro del almacén, después de verificado visualmente la calidad y el estado del producto</p>		
--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--

PROCEDIMIENTO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	DOCUMENTO DE REFERENCIA
3. Corte de material	<p>El proceso inicia con el corte del material con el fin de obtener una pieza con medidas, forma y acabados deseados según las especificaciones técnicas de la orden de producción o los instructivos de producción. Este proceso se puede llevar a cabo por medio de diferentes maquinas: sierra sin fin, cizalla hidráulica, equipo de corte plasma manual, mesa de corte con plasma y mesa de plasma de 6 mts * 3 mts ESAP, dependiendo de los materiales a cortar y el producto a fabricar.</p>	<p>Coordinadores de Producción / Supervisor de Producción / Operarios</p>	<p>F-PRO-01 Orden de producción</p> <p>F-PRO-02 Seguimiento a la producción diaria</p> <p>Instructivos de Producción</p>

<p>3. Transformación del metal.</p>	<p>Mecanizado: Si el producto a fabricar lo requiere, se procede a realizar el mecanizado de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión. Dependiendo del tipo de mecanizado requerido se puede usar el torno, la fresadora, taladro fresador o el taladro de árbol y taladro magnético FEIN siguiendo las especificaciones técnicas en la orden y/o los planos. Se verifica el producto en proceso de acuerdo al Plan de calidad</p>	<p>Coordinadores de Producción / Supervisor de Producción / Operarios</p>	<p>F-PRO-01 Orden de producción</p> <p>F-PRO-02 Seguimiento a la producción diaria</p> <p>Instructivos de Producción</p>
-------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>Troquelado: Si el producto a fabricar lo requiere se lleva el material al troquelado realizando operaciones que sin producir viruta someten una lámina plana a ciertas transformaciones a fin de obtener una pieza de forma geométrica propia. Esta operación se realiza con troqueles las prensas. Las operación se subdividen en</p> <ul style="list-style-type: none"> • Corte o punzonado: la lámina metálica se secciona con una forma predeterminada mediante una serie de herramientas de corte diseñadas para tal fin. El juego entre la matriz y el punzón permite la exactitud del punzonado y depende del material y el espesor de la lámina a trabajar. • Doblado y/o curvado: en el cual la fuerza es aplicada a una lámina de metal, haciendo que se doble en el ángulo y la forma deseada según especificaciones técnicas y/o planos Estos procesos se 	<p>Coordinadores de Producción / Supervisor de Producción / Operarios</p>	<p>F-PRO-01 Orden de producción</p> <p>F-PRO-02 Seguimiento a la producción diaria</p> <p>Instructivos de Producción</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

	<p>pueden realizar en la prensa hidráulica, plegadora y troqueladora, teniendo en cuenta el producto a fabricar, los planos y los instructivos de producción.</p>		
4. Ensamble	<p>Los materiales se llevan a la zona de ensamble, el operario deber realizar una inspección visual del producto en proceso y teniendo en cuenta las especificaciones técnicas de la orden de producción, los instructivos de producción y/o los planos de fabricación del producto se aplica soldadura para armar el producto. La soldadura puede ser de electrodo revestido, MIG y flux core</p>	<p>Coordinadores de Producción / Supervisor de Producción / Soldador</p>	<p>F-PRO-01 Orden de producción F-PRO-02 Seguimiento a la producción diaria Instructivos de Producción</p>

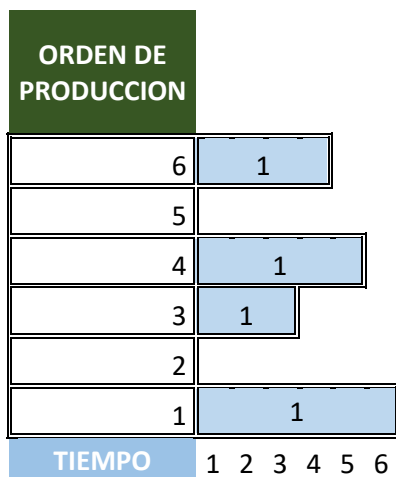
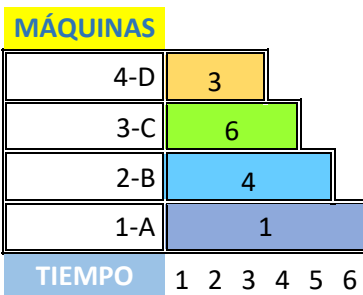
<p>5. Pintura</p>	<p>Cubrir con una capa de color una superficie. Este proceso se puede realizar mediante pistolas de pintura o brochas. La preparación de pintura debe hacerse siguiendo el instructivo I-PRO-18. Los espesores y La aplicación dependen de los especificaciones técnicas dadas para el producto.</p>	<p>Coordinadores de Producción / Supervisor de Producción / Pintor</p>	<p>F-PRO-01 Orden de producción</p> <p>F-PRO-02 Seguimiento a la producción diaria</p> <p>I-PRO- 18 Instructivo para la mezcla de pintura</p>
<p>6. Despacho de producto terminado</p>	<p>Se debe realizar una inspección final del producto terminado verificando que cumpla con las condiciones de calidad deseadas. Los productos que cumplan con las especificaciones y requisitos de calidad deben ser marcados con un stiker de producto terminado e inspeccionado; de lo contrario se debe reportar el producto no conforme para realizar su debido tratamiento según el procedimiento establecido. Finalmente se procede a despachar</p>	<p>Coordinadores de Producción / Despachador</p>	<p>Orden de Salida</p>

	el producto terminado al cliente en lotes. (alquileres, obras o cliente).		
--	---------------------------------------------------------------------------	--	--

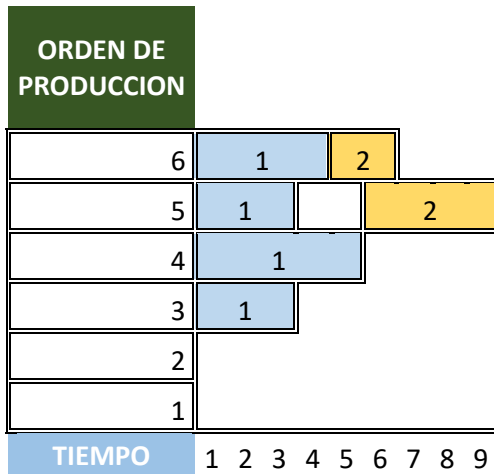
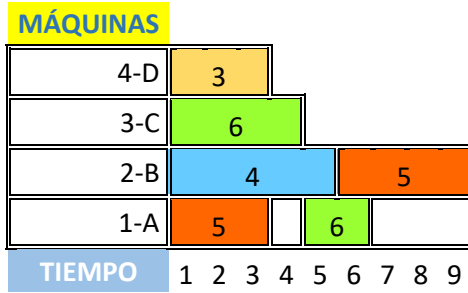
Anexo F. Desarrollo paso a paso del algoritmo ejemplo para 2 iteraciones

PIEZAS	OPERACIÓN (MÁQUINA , TIEMPO)			
	1	2	3	U
VERTICAL	(GEKA , 6)	(SIN FIN , 8)	(PRENSA , 13)	(TORNO , 5)
HORIZONTAL	(GEKA , 4)	(SIN FIN , 1)	(PRENSA , 4)	(TORNO , 3)
DIAGONAL	(TORNO , 3)	(SIN FIN , 8)	(GEKA , 6)	(PRENSA , 4)
ESCALERA	(SIN FIN , 5)	(GEKA , 10)	(PRENSA , 15)	(TORNO , 4)
PLATAFORMA	(GEKA , 3)	(SIN FIN , 4)	(TORNO , 6)	(PRENSA , 4)
NIVELADOR	(PRENSA , 4)	(GEKA , 2)	(SIN FIN , 4)	(TORNO , 5)

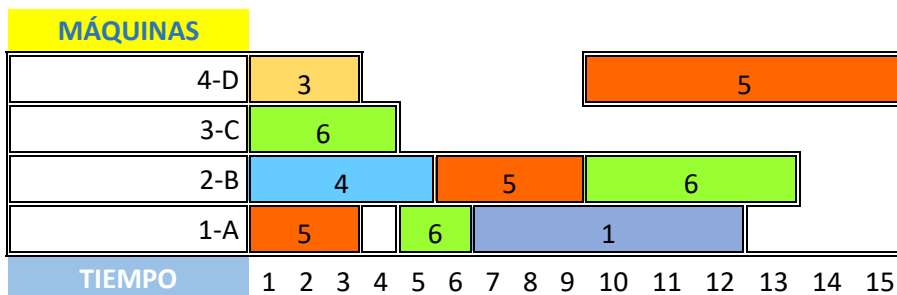
Primer Avance.

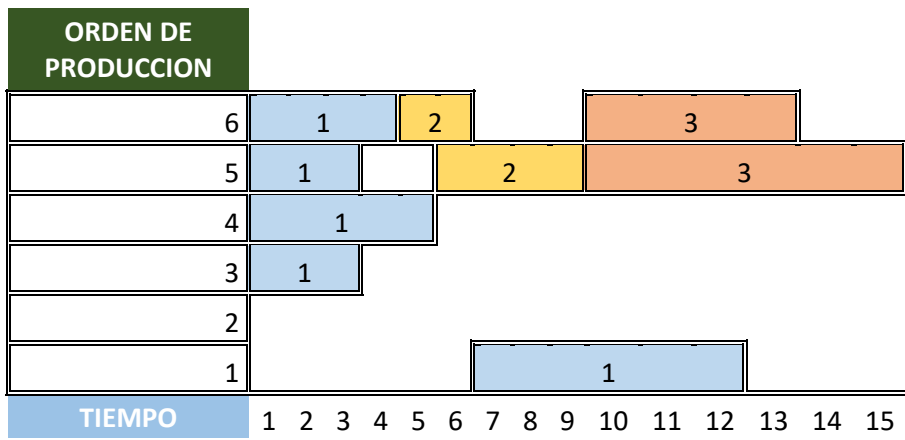


Segundo avance

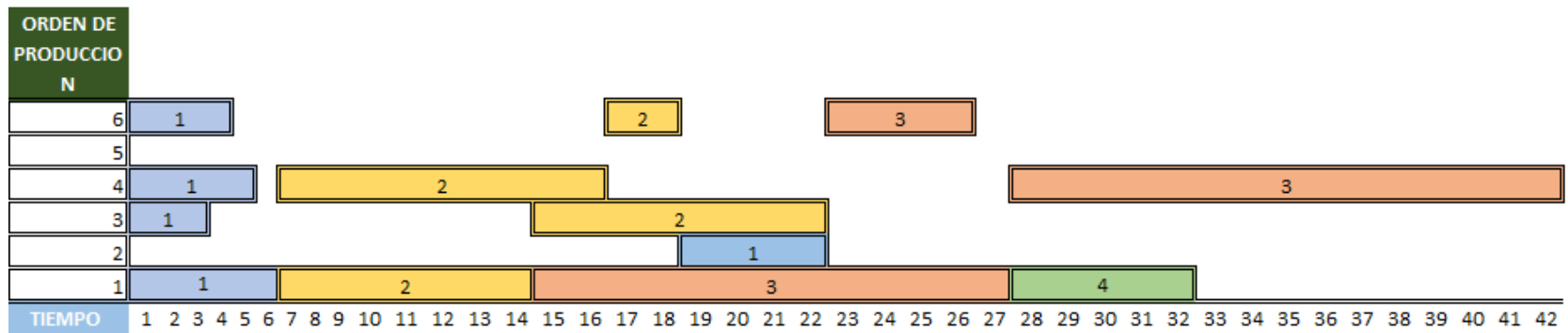
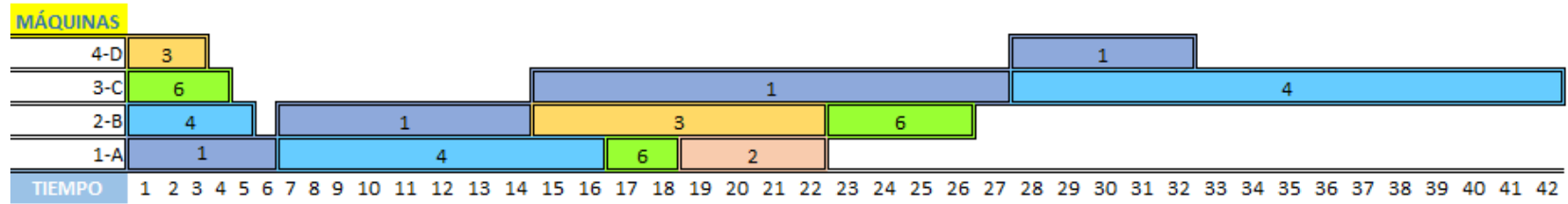


Tercer avance

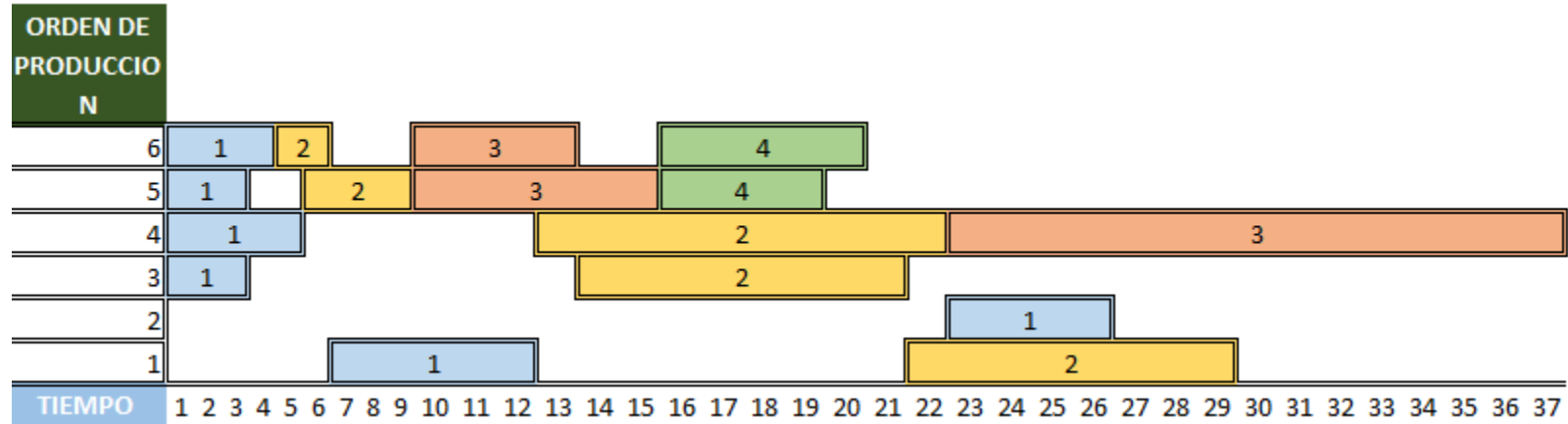
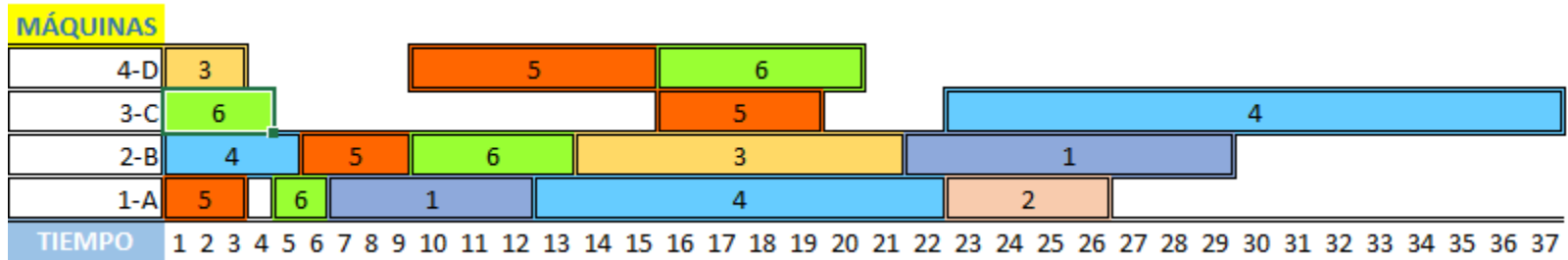


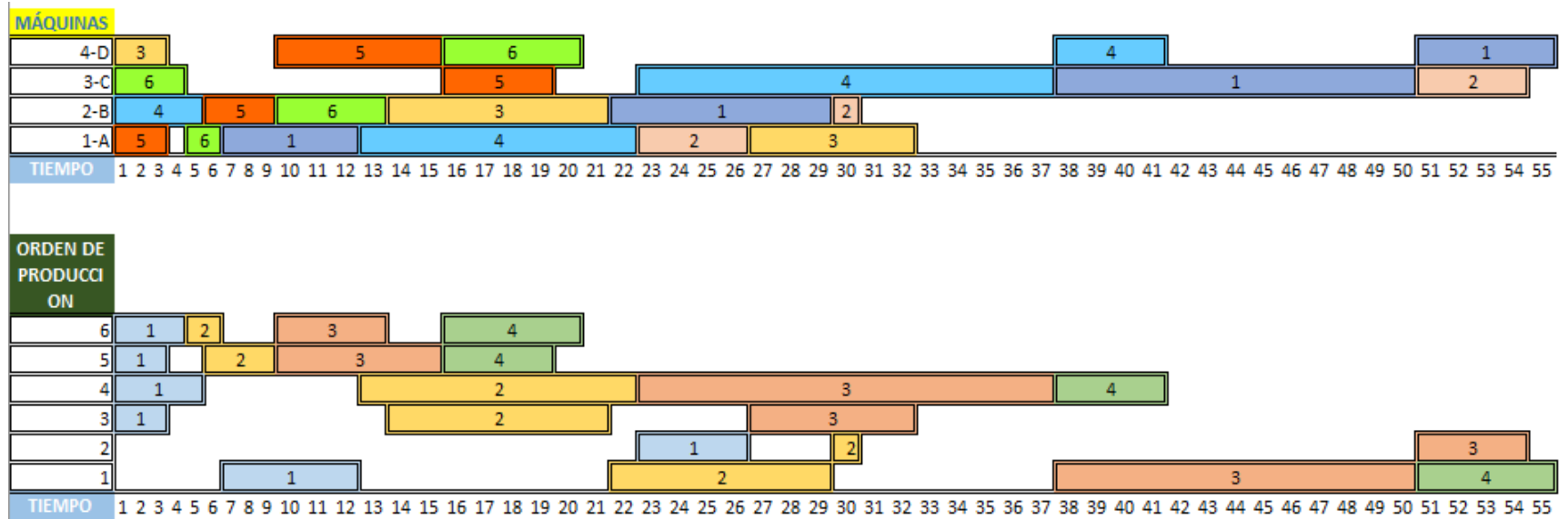


Cuarto Avance



Quinto avance





Resultado obtenido (octavo avance)

