



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE LA LÍNEA PRODUCTIVA PARA LA ELABORACIÓN
DE VIVIENDAS ECONÓMICAS CON ESTRUCTURA LIVIANA EN
LA EMPRESA MEGABUILDER.

AUTOR

Gustavo Fernández Jijón

AÑO

2018



FACULTAD DE INGIENERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE LA LÍNEA PRODUCTIVA PARA LA ELABORACIÓN DE
VIVIENDAS ECONÓMICAS CON ESTRUCTURA LIVIANA EN LA EMPRESA
MEGABUILDER.

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

Profesor guía

MSc. José Antonio Toscano Romero

Autor

Gustavo Fernández Jijón

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, diseño de la línea productiva para la elaboración de viviendas económicas con estructura liviana en la empresa Megabuilder, a través de reuniones periódicas con el estudiante Gustavo Fernández Jijón, en el semestre 2018 - 1, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

José Antonio Toscano Romero

Magister en Dirección de Operaciones y Seguridad Industrial

C.I. 1715195283

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado este trabajo, diseño de la línea productiva para la elaboración de viviendas económicas con estructura liviana en la empresa Megabuilder, del estudiante Gustavo Fernández Jijón, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Omar Cristóbal Flor Unda

Master Universitario en Automática, Robótica y Telemática

C.I. 1713531331

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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

Gustavo Fernández Jijón

C.I. 1721518635

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los directivos de Megabuilder S.A. en especial a Jorge Fernández Cobo, por haberme Abierto las puertas de su empresa y haber tomado datos y nombre de la misma, que fueron la base para poder realizar este proyecto de titulación.

De igual manera agradezco infinitamente a mis padres, por ser el pilar fundamental de mi educación y por todo el esfuerzo que han hecho para que pueda estudiar en la Universidad de las Américas, a mis hermanos y a mi novia, por todo el cariño que tienen conmigo día a día y por haberme brindado todo el apoyo a lo largo de estos años.

RESUMEN

Este proyecto va a tratar sobre el diseño de una línea productiva para la elaboración de viviendas económicas familiares de 42 metros cuadrados en la empresa ecuatoriana de construcción: Megabuilder S.A. En la primera etapa del informe se describirá a la empresa como situación actual, exponiendo los resultados de las auditorías internas y los registros brindados por dicha empresa. La segunda fase tiene como objetivos: diseñar la línea de producción mediante la gestión por procesos, optimizando recursos para una demanda específica, identificar los factores internos y externos que influyen en el proceso productivo, proponer un diseño de planta más eficiente y de mejor calidad y disminuir tiempos de producción y eliminar tiempos muertos. Para satisfacer estos objetivos va a ser necesario utilizar varias herramientas en las que se va a basar este trabajo, entre ellas está el VSM (*Value Stream Map*), el diagrama de afinidades, diagrama de bloques adimensionales, kanban, y en general herramientas *Lean*, va a ser necesario la utilización de softwares para simular la producción y diseñar la línea, y para eso vamos a trabajar con *Flexim* y *Factory design*, respectivamente. También en el documento se va a encontrar un análisis financiero de los costos que generaría el proyecto y la rentabilidad del mismo basándonos en la demanda establecida, y así podremos finalizar exponiendo los logros alcanzados en el diseño de la línea y las consecuencias positivas o negativas de realizar el diseño.

ABSTRACT

This project examines an Ecuadorian construction company, Megabuilder S.A.'s productive line design for manufacturing 42 square meter low cost family houses. The first stage of the project discusses the company in its current state by presenting internal audit results, and company records/files offered. The second stage has the following objectives: design the production line through process management, optimize resources for a specific demand, identify internal and external factors that influence the productive process, propose a more efficient plant design of better quality, reduce production times, and eliminate downtime. To satisfy these objectives it will be necessary to use various tools in which this project is based on, including VSM (Value Stream Map), flow analysis, activity relationship diagram, Kanban, Lean tools in general, and the use of software including Flexim and Factory design for production simulations and production line design respectively. The project also includes a financial analysis of costs that the project would generate and its profitability based on the established demand. Therefore, the report can be finalized by exposing the achievements made in the design of the production line and the positive or negative consequences of carrying out the design.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Introducción..... | 1 |
| 1.1 Antecedentes..... | 1 |
| 1.2 Definición del problema..... | 2 |
| 1.3 Ubicación | 2 |
| 1.4 Misión | 3 |
| 1.5 Visión | 3 |
| 1.6 Política de calidad | 3 |
| 1.7 Alcance | 4 |
| 1.8 Justificación. | 5 |
| 1.9 Objetivos..... | 5 |
| 1.9.1 Objetivo General | 5 |
| 1.9.2 Objetivos Específicos | 5 |
| 2. Antecedentes y situación actual..... | 6 |
| 2.1 Componentes | 7 |
| 2.1.1 Perfiles | 7 |
| 2.1.2 Paneles | 8 |
| 2.1.2.1 Panel sin vano..... | 8 |
| 2.1.2.2 Panel con vano..... | 9 |
| 2.1.3 Fijaciones | 10 |
| 2.1.3.1 Tornillo hexagonal auto perforante | 11 |
| 2.1.3.2 Tornillo T1 auto perforante | 11 |
| 2.1.4 Rigidizaciones | 11 |
| 2.1.5 Techos..... | 13 |

| | |
|--|-----------|
| 2.1.5.1 Cabriadas..... | 14 |
| 2.1.6 Ensamble | 15 |
| 2.1.6.1 Proceso constructivo de la estructura..... | 15 |
| 2.2 Steel Framing en Ecuador | 16 |
| 2.3 Definición del producto..... | 17 |
| 2.4 Ficha Técnica del producto | 19 |
| 2.4.1 Especificaciones de cada panel | 20 |
| 2.5 Levantamiento de Procesos..... | 25 |
| 2.6 Demanda de viviendas en Ecuador | 27 |
| 2.7 VSM actual de la empresa | 27 |
| 3. Marco Teórico | 29 |
| 3.1 Conceptos..... | 29 |
| 3.1.1 Diagrama de afinidades..... | 30 |
| 3.1.2 Diagrama de bloques adimensionales..... | 30 |
| 3.1.3 Simulación en software | 30 |
| 3.1.4 Balanceo de líneas..... | 30 |
| 3.1.5 Estudio de tiempos..... | 30 |
| 3.1.6 Celda de manufactura | 31 |
| 3.1.7 Proceso | 31 |
| 3.1.8 Mapa de procesos..... | 31 |
| 3.1.9 Tabla de Procesos..... | 32 |
| 3.1.10 Ficha de caracterización de los procesos..... | 32 |
| 3.1.11 Diagrama de Flujo | 33 |
| 4. Desarrollo | 33 |
| 4.1 Cadena de abastecimiento..... | 34 |
| 4.2 VSM Futuro | 35 |

| | |
|--|----|
| 4.2.1 Simulación con flexsim | 40 |
| 4.2.2 Kanban | 43 |
| 4.3 Mapa de procesos | 55 |
| 4.4 Diseño de procesos | 56 |
| 4.4.1 Tabla de procesos | 56 |
| 4.4.2 Diagrama de flujo | 64 |
| 4.5 Fichas de caracterización | 64 |
| 4.6 Análisis de la relación de actividades | 75 |
| 4.6.1 Diagrama de relación de actividades..... | 75 |
| 4.6.2 Hoja de trabajo | 76 |
| 4.6.3 Diagrama de bloques adimensionales..... | 79 |
| 4.6.4 Análisis de flujos..... | 80 |
| 4.7 Caracterización de cada departamento | 83 |
| 4.8 Software de diseño..... | 86 |
| 5. Análisis Económico..... | 89 |
| 6. Conclusiones y Recomendaciones..... | 93 |
| 6.1 Conclusiones | 94 |
| 6.2 Recomendaciones..... | 94 |
| Referencias..... | 96 |
| Anexos | 98 |

1 Introducción

1.1 Antecedentes.

En el mundo de la construcción existen innumerables productos y maneras de construir, cada una con sus características específicas, unas más rígidas, otras más resistentes, más económicas, más rápidas, otras amigables con el medio ambiente, y algunas que tienen varias características en la misma estructura, Megabuilder es una empresa nueva en el país lleva apenas un año en el mercado y esta se desenvuelve en el ámbito de la construcción y se encarga de producir estructuras, ya sea perfiles lineales tipo "G" de cualquier longitud, paneles estructurales, o edificaciones de hasta 3 pisos de altura, con infinitos modelos arquitectónicos, todas estas estructuras fabricadas con acero liviano conformado en frío, conocido como "Steel Framing", que como propiedades posee diferentes características como ASTM A653 grados 350 MPa y 550 MPa, espesores de 0,75 mm, 0,95 mm, y 1,15 mm según sea el caso, con recubrimiento anticorrosivo galvanizado en caliente tipo Z275 G90. Las ventajas de este método de construcción son:

- La duración, este acero está comprobado en cámaras salinas con una resistencia a la corrosión de 1000 horas y tiene una media de duración de 250 años, a temperaturas y ambientes óptimos.
- La sismo resistencia, estudios en la universidad de New York (NYU), han comprobado la resistencia de las estructuras Steel framing con un simulador de un sismo de 9.2 en la escala de Richter.
- La rapidez, al ser estructuras empernadas y de ensamblaje, el tiempo se vuelve mucho más corto ya que no hay tiempos muertos de secado o fraguado, ni soldaduras.
- Flexibilidad en el diseño.

Si bien es cierto que el Steel framing es una estructura muy versátil, esta tiene ciertas restricciones de construcción en el caso de Megabuilder, como que las estructuras no pueden superar los 3 niveles de construcción, las luces libres de las ventanas o puertas no pueden superar los 6 metros de largo o alto, los volados en balcones o ventanas no pueden ser superiores a un metro, sin apoyos adicionales.

Sin embargo en los últimos años ha tomado una importante acogida a nivel mundial, por ser un proceso rápido y más económico.

1.2 Definición del problema

El área de ensamblaje, arroja una disminución de productividad e ineficiencia del personal, a raíz de 100 m/h., en la producción de casas iguales, en lo que va del año 2017, en la línea de producción de paneles de acero.

1.3 Ubicación

Magabuilder está ubicado en Quito-Norte en la provincia de pichincha en la zona industrial de Carcelén, y las oficinas administrativas se encuentran ubicadas en Quito-Norte en la zona financiera de la republica

Planta:

N69A De los aceitunos N68-14 PB Av. Eloy Alfaro, Sector la Cristiana. Quito – Ecuador (Figura 1)

Tiene un área de $500m^2$

Consta de 10 empleados

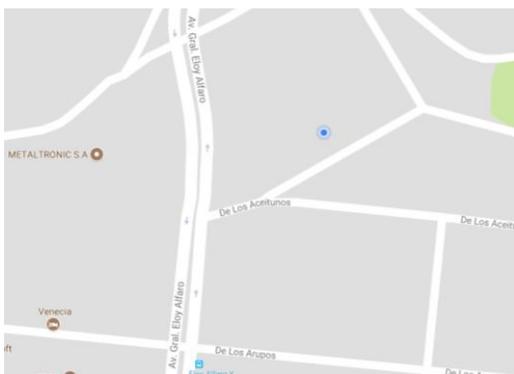


Figura 1. Ubicación de la planta industrial

Tomado de: (Google maps, 2018)

Oficinas:

La Pradera N30258 y Mariano Aguilera. Edificio Santorini piso 8. Quito – Ecuador (Figura 2)



Figura 2. Ubicación de las oficinas

Tomado de: (Google maps, 2018)

1.4 Misión

Nuestra misión es satisfacer las necesidades de construcción a todo nivel, prestando servicios de alta calidad para mejorar el bienestar social.

Comprometidos con el medio ambiente, y perseverantes en el desarrollo de los empleados en su nivel profesional, basándonos en un crecimiento a nivel nacional con un compromiso de superación permanente para alcanzar nuestros objetivos.

1.5 Visión

La visión de nuestra empresa es posicionarnos como líderes en steel framing a nivel latinoamericano para el año 2025, generando estándares de calidad extraordinarios y trascendiendo en el ámbito de la construcción, con valores sólidos y resultados de carácter ético y sostenible.

1.6 Política de calidad

La empresa Megabuilder S.A. se compromete a proporcionar recursos humanos y técnicos óptimos que permitan satisfacer los requisitos de los

clientes y otros requisitos legales o reglamentarios aplicables, así como de cumplir los estándares establecidos y mejorar continuamente la eficiencia del Sistema de Gestión de la Calidad. Cumplir los plazos acordados, proporcionar una atención al cliente de primer nivel, utilizar materias primas que cumplan las especificaciones establecidas y entregar proyectos libres de errores técnicos son nuestras prioridades básicas para satisfacer al cliente. Contamos con un personal permanentemente capacitado como estrategia clave para nuestro desarrollo futuro, potenciando el crecimiento de un equipo humano motivado y alineado con los objetivos de la empresa.

El cumplimiento de esta Política de la Calidad es responsabilidad de todos quienes integramos Megabuilder, y sabemos que solo con el compromiso de cada uno de nosotros lograremos consumir esta Política.

1.7 Alcance

En este proyecto se pretenden identificar los procesos que se ven inmersos en el área de ensamblaje de la línea de producción para la elaboración de viviendas, así como los recursos tecnológicos necesarios para mejorar dichos procesos a la hora de producir casas iguales. De igual forma se identificarán los modelos existentes dentro del mercado para comparar con nuestro sistema.

Para este proyecto de investigación, se desarrollará un esquema nuevo de ensamblaje para un producto igual, optimizando todo lo necesario, que refleje las características y ventajas de integrar las herramientas, tiempos y los métodos de este proceso sustantivo.

En esta investigación se pretende desarrollar un análisis económico que refleje la factibilidad y el beneficio monetario de la empresa Megabuilder, es decir que se pretende abarcar toda el área de producción de la fábrica hasta la entrega del diseño de la línea de producción, por el lado administrativo el proyecto llegará hasta el análisis económico de la factibilidad del diseño y los costos que recaerán para la empresa.

1.8 Justificación.

Este proyecto tiene como propósito el mejorar los indicadores de eficiencia en la manera de producir un mismo producto, optimizando recursos, y con una mejor calidad, el propósito principal de este proyecto es que tenga un impacto en la sociedad y en la forma de ver la construcción en el país, que cumpla con todos los estándares de calidad y de seguridad industrial, ya que todavía se emplean métodos poco ortodoxos y es importante implantar nuevas alternativas de construcción más efectivas y económicas a la vez, es por eso que esta propuesta del diseño de una línea productiva mediante una buena planificación puede cambiar la forma de ver que se tiene hoy en día en la construcción.

A raíz del terremoto que vivimos en abril de 2016 la gente principalmente de la costa está optando por estructuras sismo resistente y de alta duración, es por eso que nuestro mercado está muy poco explotado y gracias a nuestro sistema, tenemos una ventaja competitiva en ese nicho, al que me voy a enfocar; eso sí, cumpliendo y teniendo en cuenta todas las normativas y los reglamentos de construcción nacionales y los parámetros internacionales a los que pertenece Megabuilder.

1.9 Objetivos.

1.9.1 Objetivo General

- Diseñar la línea de producción mediante la gestión por procesos, optimizando recursos para una demanda específica.

1.9.2 Objetivos Específicos

- Identificar los factores internos y externos que influyen en el proceso productivo
- Proponer un diseño de planta más eficiente y de mejor calidad.
- Disminuir tiempos de producción y eliminar tiempos muertos.

2 Antecedentes y situación actual

“La idea de la industrialización de la vivienda puede ser llevada a la realidad por la repetición de partes individuales. Esto hace posible la producción masiva promoviendo bajos costos y altas rentabilidades. Solamente por la producción masiva, buenos productos pueden ser ofrecidos. Con los métodos actuales de construcción es cuestión de suerte encontrar artesanos eficientes y capaces. La producción masiva ofrece la garantía de calidad de fábrica para todos sus productos”. (Arq. Walter Gropius ,1910)

El presente trabajo tiene como tema principal el “Steel framing”, que si bien no es una tecnología nueva, en Ecuador es un campo recién conocido y ha tenido un importante impulso en los últimos años, sobre todo por promotores locales como es la empresa Megabuilder, que han intentado ganar mercado aprovechando algunas características propias de esta tecnología como la rapidez de ejecución, el alto nivel de confort y cierta disminución de costos. Este impulso está ligado hacia las tecnologías no tradicionales, en una suerte de “resistencia al cambio” de su utilización por parte de los clientes. Las bondades de este sistema han logrado que los usuarios la consideren como una opción válida, especialmente para ampliaciones en viviendas pre-existentes, en viviendas económicas, y locales comerciales o estructuras que quieran ser desmontadas posteriormente, atraídos por su rápida ejecución.

Este capítulo describe la situación de la empresa antes de las acciones de mejora, no solo en cuanto al diseño de la línea y a la forma de realizarse cada proceso, sino también de la falta de cultura empresarial enfocada al negocio.

Un punto de referencia para el comienzo y localización de los procesos productivos de la empresa Megabuilder S.A. son las herramientas Lean. Estas herramientas van a ser claves para un buen diseño y así poder mejorar a la empresa progresivamente.

2.1 Componentes

Como nos dicen Mauricio Jorajuría y Florencia Servente en su artículo "steel framing y sus principales usos en Uruguay", el steel framing se compone de varios elementos que cumplen distintas funciones dentro del conjunto. (Figura 3) A continuación se presentan los diferentes elementos que se utilizan en el sistema:|

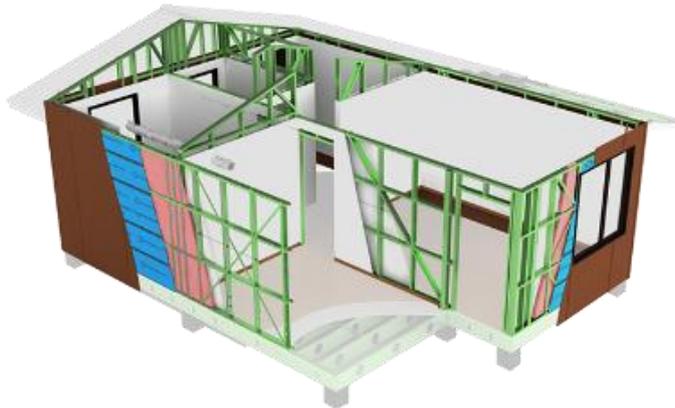


Figura 3. Ilustración de paredes internas y techo

2.1.1 Perfiles

"Perfil PGC (Perfil Galvanizado G)

Es un elemento estructural cuya función es transmitir las cargas y ser la base sobre la que se colocan las terminaciones. La diferencia que posee con el PGU son las pestañas que le proporcionan mayor rigidez a la sección. " (Jorajuría y Servente, 2015 p. 9) (Figura 4)



| | Especificaciones |
|-------------|----------------------------------|
| Sección | G |
| Acero | Acero galvanizado Z275 G90 |
| Espesor | 0.75mm – 1.15mm |
| Dimensiones | 89mm – 41mm – 39mm - 12mm - 12mm |
| Resistencia | 350 MPa – 550 MPa |

Figura 4. Perfil G

2.1.2 Paneles

“Los paneles son la combinación de piezas que conforman la estructura en steel framing. La configuración de los paneles dependerá de que función cumplan en el proyecto (cerramiento interno, cerramiento externo o techos) y de las características que deberá tener ese elemento (aberturas, agujeros de servicio).”

2.1.2.1 Panel sin vano

“En el caso más sencillo, un cerramiento externo sin vanos, el panel consiste en dos perfiles G actuando como solera inferior y solera superior, y la cantidad que corresponda de perfiles dispuestos como montantes. Cada ala de los montantes se une a la solera con un tornillo T1 de punta auto perforante. Los montantes irán colocados cada 40 o 60 cm, esta distancia se relaciona con las medidas en que se fabrican los acabados (placas de fibrocemento, gypsum, OSB, siding, etc.)” (Figura 5)

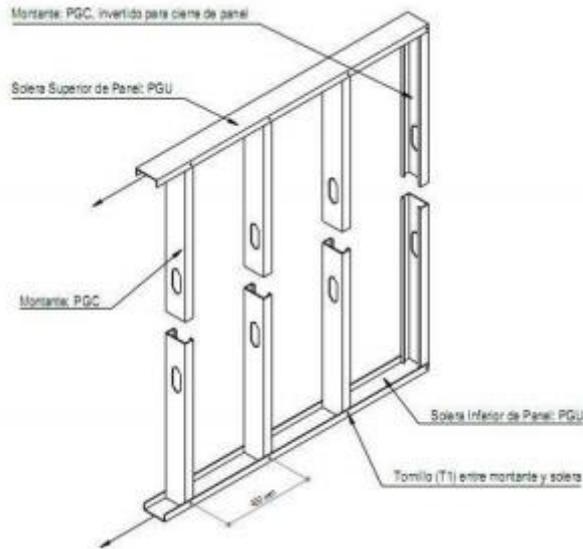


Figura 5. Panel sin vano

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 26)

2.1.2.2 Panel con vano

“Los paneles con vanos tienen los mismos elementos que el anterior (solera inferior, superior y montantes) e incorporan otros que cumplen funciones constructivas y repartirán la carga que debería bajar por los montantes que se han quitado para dar paso a la abertura. (Figura 6) Estos son:

- Solera de borde inferior de vano: Es un perfil que forma el antepecho de la abertura, su longitud debe ser 20 cm mayor que el vano que se desea dejar.
- Solera de borde superior de vano: Iguales características que la anterior, se ubica en el extremo superior del vano.
- Cripple inferior: Son perfiles recortados que van desde la solera inferior hasta la solera de vano
- Cripple superior: Son perfiles recortados que van desde la solera de viga dintel.
- Solera de viga dintel: Es un perfil que se coloca sobre los jacks. Es la pieza que está en contacto con la viga.
- Viga dintel: Son dos perfiles enfrentados. Suelen ser de mayor tamaño

- Tapa de viga dintel: Son dos recortes de perfil que sostienen los perfiles que conforman la viga con la separación indicada. Conectan el dintel con el montante del king.” (Jorajuría y Servente, 2015 p. 26)

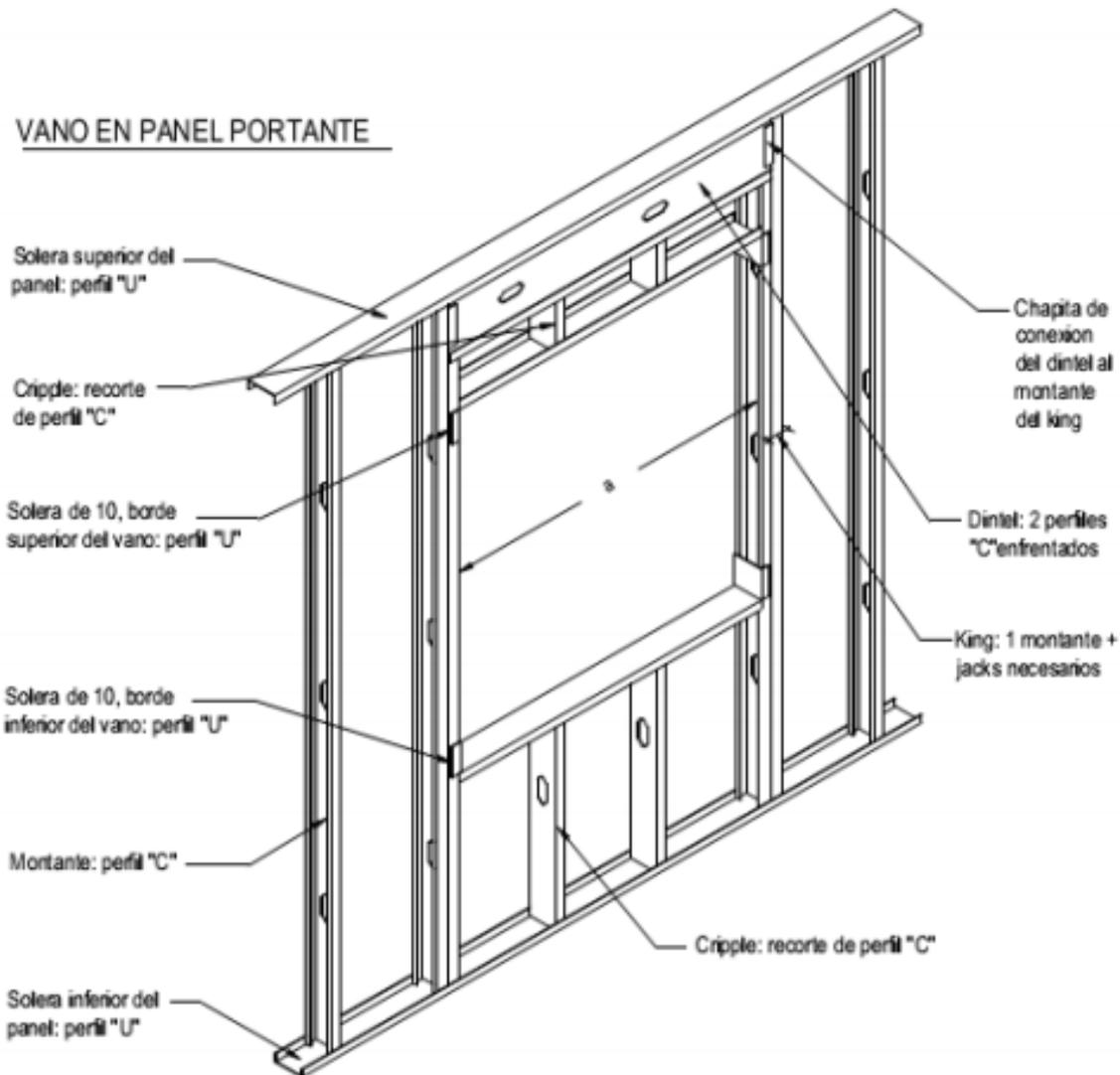


Figura 6. Panel con vano portante

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 27)

2.1.3 Fijaciones

“Para steel framing se utilizan tornillos de acero con protección zinc-electrolítica, epoxica o cerámica para evitar la corrosión.”

A continuación mencionaremos brevemente los tipos de tornillos de uso normal:

2.1.3.1 Tornillo hexagonal auto perforante

“Este tornillo se utiliza para unir perfiles entre sí en las zonas que no habrá que colocar placas. El ancho de su cabeza exige que quede siempre ubicado en el interior del panel.” (Figura 7)

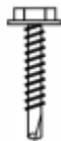


Figura 7. Tornillo hexagonal auto perforante

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 29)

2.1.3.2 Tornillo T1 auto perforante

“Se utiliza para unir perfiles, principalmente soleras con montantes. Su perfil plano permite colocar placas encima sin generar desniveles en la superficie.” (Figura 8)

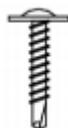


Figura 8 Tornillo T1 auto perforante

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 29)

2.1.4 Rigidizaciones

“Los paneles descritos realizados en steel framing no son capaces de resistir cargas horizontales en el plano del panel. Si no se prevén elementos estructurales que colaboren con el panel, el mismo tenderá a deformarse.” (Figura 9)

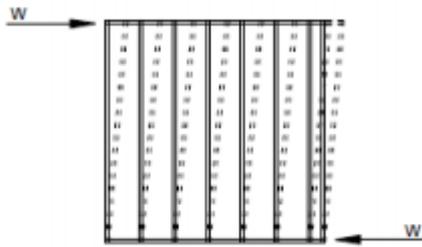


Figura 9. Deformación de panel

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 31)

“La rigidización del panel se logra a través de las cruces de San Andrés. Las cruces de San Andrés consisten en flejes o perfiles colocados de forma diagonal con un anclaje que impide la rotación y deformación del panel.” (Figura 10)

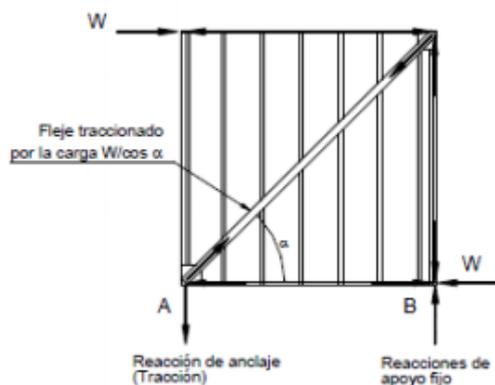


Figura 10 Panel con cruces de san Andrés

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 31)

“Los flejes deben colocarse en ambas diagonales con un ángulo α que oscila preferentemente entre 30° y 60° , fuera de este rango el fleje comienza a perder efectividad. Es fundamental al momento de la fijación del fleje que el mismo se encuentre tenso para no permitirle al panel la más mínima deformación.

El diseño del panel (sus proporciones, aberturas y agujeros de servicio.) condicionará la disposición de las cruces.

A continuación se muestran dos opciones de rigidización válidas para el mismo panel.” (Figura 11)

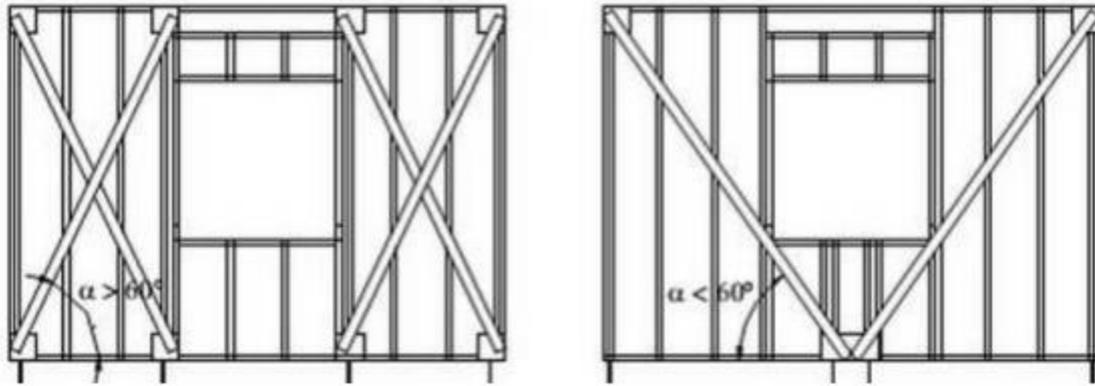


Figura 11. Paneles con rigidización

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 31)

2.1.5 Techos

“Como en todo el resto de la estructura en Steel Framing, el concepto principal es el de dividir la estructura de techos en muchos elementos estructurales de forma equidistante de manera que estos resistan una fracción de la carga total. Estos elementos estructurales que conforman el techo son de acero galvanizado, generalmente en espesores de entre 0,75 mm y 1,15 mm.

En la estructura, los perfiles que componen el techo se alinean perfectamente con los montantes de los paneles, para que las cargas se transmitan de forma axial. En el supuesto de que la estructura de los techos no pudiese coincidir con la de los montantes, se deberá colocar una viga a modo de dintel que logre transmitir las cargas a los perfiles que no se encuentren alineados.” (Jorajuría y Servente, 2015 p. 35) (Figura 12)

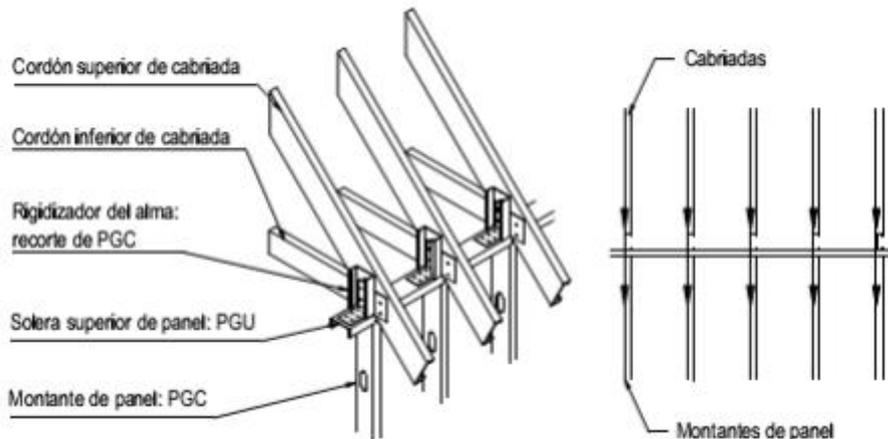


Figura 12. Techos

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 37)

2.1.5.1 Cabriadas.

“Las cabriadas de Acero, es la metodología más utilizada en nuestro país, en sistema de techos en Acero. Esto es por su rápida y sencilla colocación, ya que son construidas en taller, y colocadas en obra. Permiten cubrir grandes luces sin la necesidad de apoyos intermedios.

Los labios de perfiles, tanto de los cordones superiores como de los inferiores se colocarán hacia el mismo lado. Los perfiles deberán unir a los cordones de la cabriada por el alma, así como también las diagonales; de modo que los labios quedan dispuestos hacia el otro lado. Estas cabriadas, deberán coincidir con los montantes para su apoyo y descargas, cumpliendo con la alineación antes descrita.” (Figura 13)

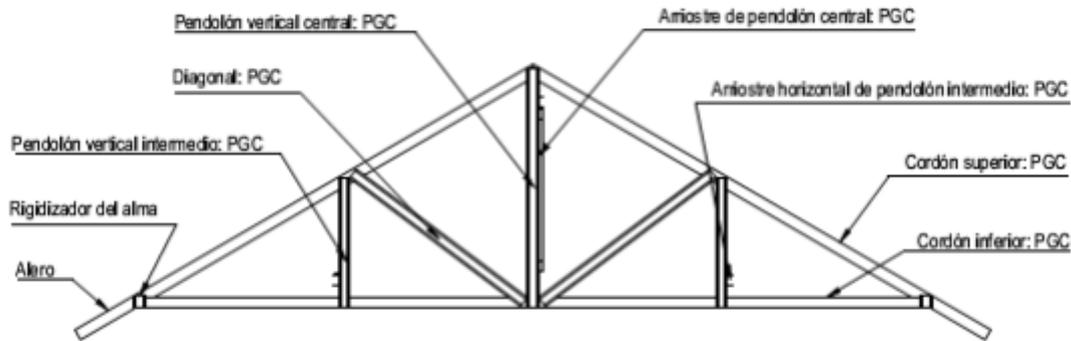


Figura 13. Cabriadas

Tomado de: (Jorajuría y Servente, 2015 p. 38)

2.1.6 Ensamble

El ensamble es el proceso que se unen todos los perfiles en un panel, respetando el diseño establecido y colocando respectivamente los tornillos, cada panel tiene un nombre, que este nos va a dar la ubicación para el montaje en obra.

2.1.6.1 Proceso constructivo de la estructura

“El montaje de la estructura en steel framing puede realizarse de diversas formas, teniendo cada una de ellas características diferentes en cuanto a proyecto, costos, tiempo de obra, personal en obra. Las más frecuentes son:

- **Ensamble realizado en planta**

En esta modalidad los obreros reciben en planta los perfiles y los atornillan según el proyecto, formando los paneles que requiere la obra. Luego los mismos son transportados hasta el terreno donde se instalarán sobre la fundación. La principal ventaja de esta modalidad es que permite trabajar durante la duración del armado de paneles en un sitio cerrado, y el clima deja de ser un factor influyente en la duración de la obra. El montaje en planta suele brindar a los obreros mejores condiciones de trabajo, ya que es más frecuente contar con equipamiento necesario para poder atornillar los perfiles de manera correcta.

- **Montaje de paneles prefabricados**

Hoy en día ya se puede encontrar en Ecuador la empresa Megabuilder que trabajan bajo esta modalidad. La misma que cuenta con un software al cual se le ingresa el anteproyecto, y éste elabora el proyecto ejecutivo con los planos de paneles correspondientes. Luego una máquina vinculada al software corta los perfiles, identificándolos y marcándolos en los puntos que van atornillados.

Esta empresa ofrece generalmente entregar los perfiles en distintos paquetes correspondientes a cada muro con su plano de armado, o entregar los paneles ya armados a pie de obra.

Esta modalidad puede considerarse un paso más en la evolución del steel framing por dos motivos:

- a. Reduce el error humano al momento de realizar el proyecto ejecutivo
- b. Reduce la inexactitud de los cortes de perfiles e indica el lugar exacto donde se debe atornillar
- c. La forma en la que viene presentado cada grupo de paneles resulta muy sencilla de interpretar para el obrero
- d. La posibilidad de entregarlo ya ensamblado es un paso en la industrialización del proceso constructivo, ya que permite la especialización de obreros, reduciendo costos y errores en obra." (Jorajuría y Servente, 2015 p. 42)

2.2 Steel Framing en Ecuador

El Steel framing es relativamente nuevo en el país, tal y como nos cuentan Mauricio Jorajuría y Florencia Servente: Este sistema constructivo se encuentra en Ecuador desde la década del 2000. Llega impulsada por la construcción de grandes superficies de locales comerciales como fueron los shoppings y aeropuertos durante esa época.

El desarrollo de la tecnología no ha sido fácil, la inevitable comparación de los clientes con la arquitectura tradicional de nuestro país, hace que se vea al Steel Framing como una construcción endeble, tanto por su materialidad, como por su aislamiento acústico. Estos mitos han costado que el steel framing como

opción para programas domésticos haya tomado casi veinte años tomar fuerza y empezar a popularizarse.

El mercado ecuatoriano de la construcción en seco se ha ido desarrollando de a poco convirtiendo al steel framing en una alternativa rentable. En la actualidad existen institutos que realizan cursos de formación de instaladores, proporcionando la mano de obra necesaria para la implementación de esta tecnología, así como también hay varios proveedores con los cuales se puede contar para adquirir la tecnología. Esto ha propiciado su utilización por parte de jóvenes que desean adquirir su primera vivienda o pequeños inversores, que mediante la autoconstrucción, se ven atraídos por su facilidad de montaje y reducido costo.

Varios estudios de arquitectura en Quito se han especializado en la proyección con Steel framing demostrando la capacidad que se ha adquirido en el medio local de poder realizar cualquier tipo de obra, sin importar el diseño que se deseé. La popularización de esta tecnología se atribuye a una serie de causas entre ellas el aumento de los laudos en la construcción tradicional, lo que vuelve al Steel Framing, por su rápida ejecución, una opción atractiva. La mejora en la mano de obra calificada y la disponibilidad de la misma también han contribuido a su popularización.

De todos modos, el mercado local aún presenta carencias, no existe una normativa para este sistema constructivo (ni para la fabricación de perfiles, ni para su montaje), lo que permite la informalidad y la construcción fuera de las normas establecidas por los manuales internacionales perjudicando de este modo al sistema y a las empresas que se encuentran abocadas a la tarea de imponer esta opción en nuestro medio.

Sin embargo el Steel framing se maneja con normas internacionales de alta calidad y el cumplimiento de esas normativas garantizan a los consumidores y a los técnicos, y aparte se genera la posibilidad de contar con productos de calidad en todas las etapas de la construcción con steel framing.

2.3 Definición del producto

El producto que Megabuilder va a ofrecer como vivienda económica es una casa de 42 metros cuadrados, que se dividen en 2 habitaciones, un baño, sala,

comedor y cocina, tal como muestra la figura a continuación, el proceso parte con un diseño, seguido por un cálculo estructural que cumpla con la normativa nacional e internacional, próximamente la producción de la perfilaría para el armado de paneles en planta, y por último el almacenamiento para la logística de transporte. Dicho producto tiene que cumplir con normas de calidad y de seguridad, para poder ser instalado en obra. (Figura 14 y 15)

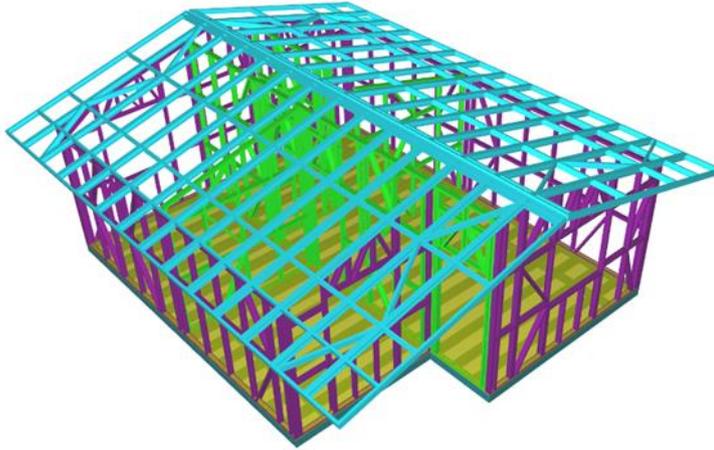


Figura 14. Vivienda económica de 42m²

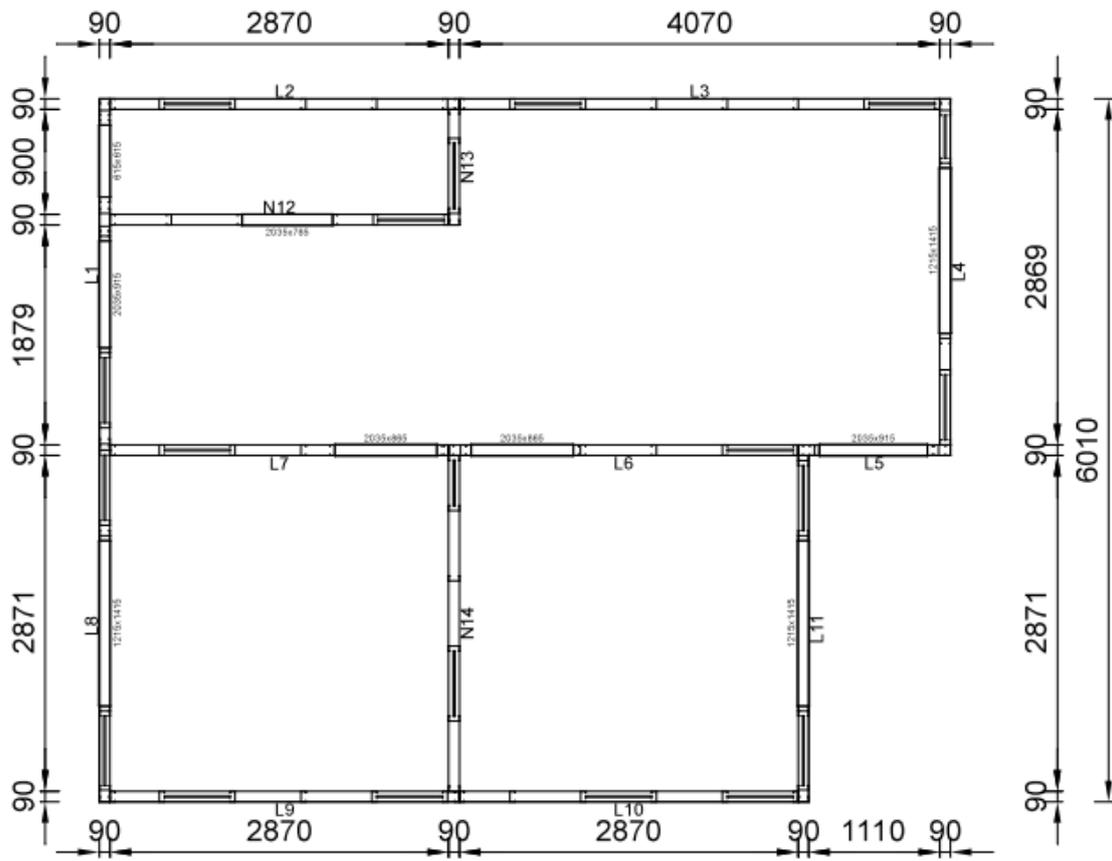


Figura 15. Vista en planta de vivienda de 42m²

2.4 Ficha Técnica del producto

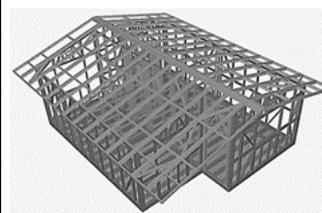
El modelo de casa estándar es una vivienda familiar de 42 metros cuadrados, tiene un diseño económico y cómodo elaborado en su totalidad con acero estructural de baja densidad, manteniendo una estructura auto portante con todos sus 20 paneles, es de una coloración gris claro, tiene un peso total de 1018 kilogramos.

A su vez dispone de dos habitaciones, un baño, cocina, comedor, 4 ventanas y 5 puertas, su espesor es de 8.9 centímetros, muy por debajo de lo tradicional, y esto hace que el área interna sea más aprovechada. (Tabla 1)

Tabla 1.

Ficha técnica del producto

| | | | | |
|---|--|----------------------------|-------------------|---------------------|
|  | | Ficha técnica del Producto | | |
| Producto: | Vivienda económica estándar de 42 m ² | | | |
| Descripción física | | | | |
| Es una casa para vivienda familiar con diseño económico, elaborada con acero estructural. | | | | |
| Especificaciones Técnicas | | | | Características |
| Dimensiones | | | | Sismo resistente |
| Ancho | 6010mm | Área | 42 m ² | Alta duración |
| Largo | 7210mm | Peso | 1018.2Kg. | Resistente al oxido |
| Alto | | Color | Gris | Estructura liviana |
| Espesor | 89mm | | | Conformado en frio |
| Especificaciones de los materiales de fabricación | | | | |
| Estructura | Acero galvanizado Z275 G90 x 0.75mm | | | |
| Tornillos | Xdrive 10g 18*19mm 1000hr ECoat | | | |
| Detalle de áreas | | Detalle de elementos | | |
| Habitaciones | 2 | Ventanas | 4 | |
| Baños | 1 | Puertas | 5 | |
| Cocina | 1 | Dimensiones | H: 1.00m | |
| | | Ventanas | W: 1.00m | |
| Comedor | 1 | Dimensiones | H: 2.10m | |
| | | puertas | W: 0.90m | |



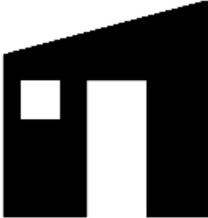
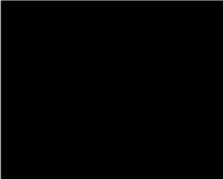
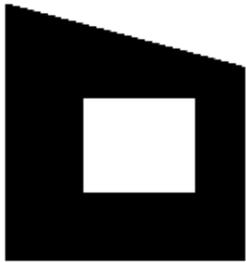
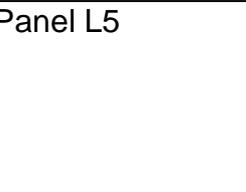
2.4.1 Especificaciones de cada panel

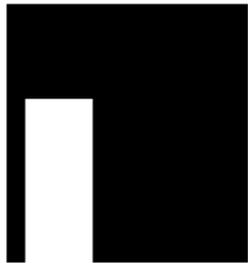
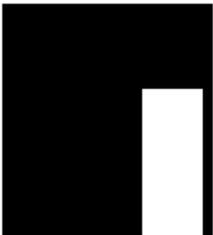
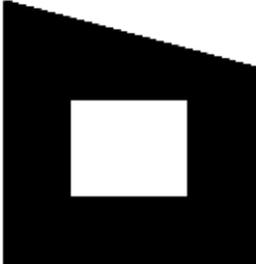
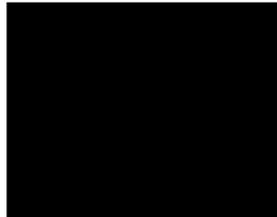
La vivienda estándar consta de 20 paneles, 17 diferentes y 3 iguales, de los cuales 14 son de paredes y 6 son de techo (3 iguales), estos son nombrados dependiendo la importancia y la ubicación: "L", es panel portante, "N", es panel no portante, y "RPANEL", es techo, los números son los que marcan la importancia.

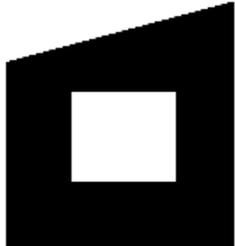
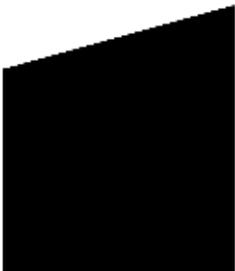
A continuación (Tabla 2) se detalla el diseño de cada uno de los paneles con sus respectivas dimensiones y las cantidades a producir.

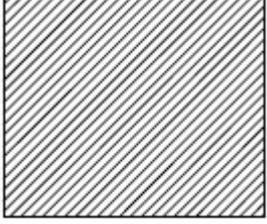
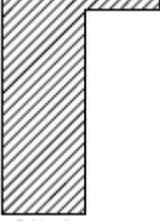
Tabla 2.

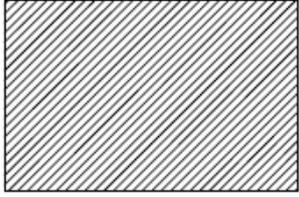
Especificaciones de paneles

| Nombre | Dimensiones | | Cantidad |
|---|--|---|----------|
| Panel L1  | Alto: 3205mm Ancho: 3005mm Espesor: 89mm | Área: 6,17 Acero: 62,49m Peso: 74Kg. | 1 |
| Panel L2  | Alto: 2400mm Ancho: 2961mm Espesor: 89mm | Área: 7,10 Acero: 28,18m Peso: 33Kg. | 1 |
| Panel L3  | Alto: 2400mm Ancho: 4071mm Espesor: 89mm | Área: 7,76 Acero: 36,45m Peso: 42Kg. | 1 |
| Panel L4  | Alto: 3193mm Ancho: 2960mm Espesor: 89mm | Área: 6,56 Acero: 48,93m Peso: 58Kg. | 1 |
| Panel L5  | Alto: 3193mm Ancho: 1290mm | Área: 2,25 Acero: 31,93 | 1 |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | Espesor: 89mm | Peso: 38Kg. | |
| Panel L6  | Alto: 3193mm Ancho: 2960mm Espesor: 89mm | Área: 7,69 Acero: 46,73m Peso: 55Kg. | 1 |
| Panel L7  | Alto: 3193mm Ancho: 2871mm Espesor: 89mm | Área: 7,40 Acero: 43,08m Peso: 51Kg. | 1 |
| Panel L8  | Alto: 3205mm Ancho: 3005mm Espesor: 89mm | Área: 6,70 Acero: 49,63m Peso: 59Kg. | 1 |
| Panel L9  | Alto: 2400mm Ancho: 2961mm Espesor: 89mm | Área: 7,10 Acero: 30,72m Peso: 36Kg. | 1 |
| Panel L10 | Alto: 2400mm | Área: 6,58 | 1 |

| | | | |
|--|--|---|---|
|  | Ancho: 2871mm Espesor: 89mm | Acero: 28,06m Peso: 33Kg. | |
| Panel L11  | Alto: 3193mm Ancho: 2962mm Espesor: 89mm | Área: 6,56 Acero: 49,64m Peso: 59Kg. | 1 |
| Panel N12  | Alto: 2665 Ancho: 2871mm Espesor: 89mm | Área: 6,09 Acero: 29,30m Peso: 34Kg. | 1 |
| Panel N13  | Alto: 2689mm Ancho: 991mm Espesor: 89mm | Área: 2,53 Acero: 15,86m Peso: 18Kg. | 1 |
| Panel N14  | Alto: 3193mm Ancho: 2872mm Espesor: 89mm | Área: 8,06 Acero: 34,64m Peso: 40Kg. | 1 |
| RPanel 1 | Alto: 3550,44mm Ancho: | Área:14,94 Acero: | 1 |

| | | | |
|---|--|---|---|
|  | <p>4209mm</p> <p>Espesor: 89mm</p> | <p>81,97m</p> <p>Peso: 112,1Kg.</p> | |
| <p>RPanel 2</p>  | <p>Alto: 3550,44mm</p> <p>Ancho: 1350mm</p> <p>Espesor: 89mm</p> | <p>Área: 4,79</p> <p>Acero: 32,54m</p> <p>Peso: 44,5Kg.</p> | 1 |
| <p>RPanel 3</p>  | <p>Alto: 3550,44mm</p> <p>Ancho: 2550mm</p> <p>Espesor: 89mm</p> | <p>Área: 5,06</p> <p>Acero: 39,31m</p> <p>Peso: 53,8Kg.</p> | 1 |
| <p>RPanel 4</p>  | <p>Alto: 3550,44mm</p> <p>Ancho: 1350mm</p> <p>Espesor: 89mm</p> | <p>Área: 4.79</p> <p>Acero: 32,54m</p> <p>Peso: 44,5Kg.</p> | 1 |
| <p>RPanel 5</p>  | <p>Alto: 3550,44mm</p> <p>Ancho: 1350mm</p> <p>Espesor: 89mm</p> | <p>Área: 4,79</p> <p>Acero: 99,81m</p> <p>Peso: 44,5Kg.</p> | 1 |
| <p>RPanel 6</p> | <p>Alto: 3550,44mm</p> <p>Ancho: 5409mm</p> | <p>Área: 19,20</p> <p>Acero: 32,54m</p> | 1 |

| | | | |
|---|------------------|--------------------|--|
|  | Espesor: 89mm | Peso: 136.5 kg. | |
|---|------------------|--------------------|--|

2.5 Levantamiento de Procesos

Megabuilder consta de 9 macro procesos establecidos, con los que trabaja de momento y logra satisfacer los requisitos del cliente, en el levantamiento de procesos elaborado en vizio, se puede detallar un levantamiento macro de lo que se realiza en el proceso de producción actualmente, que nos muestra un proceso lineal en el área de producción y en paralelo el trabajo que se realiza en el área de diseño, desde la recepción de la materia prima hasta el almacenado de materia prima. Línea de producción de acero liviano

(Figura 16)

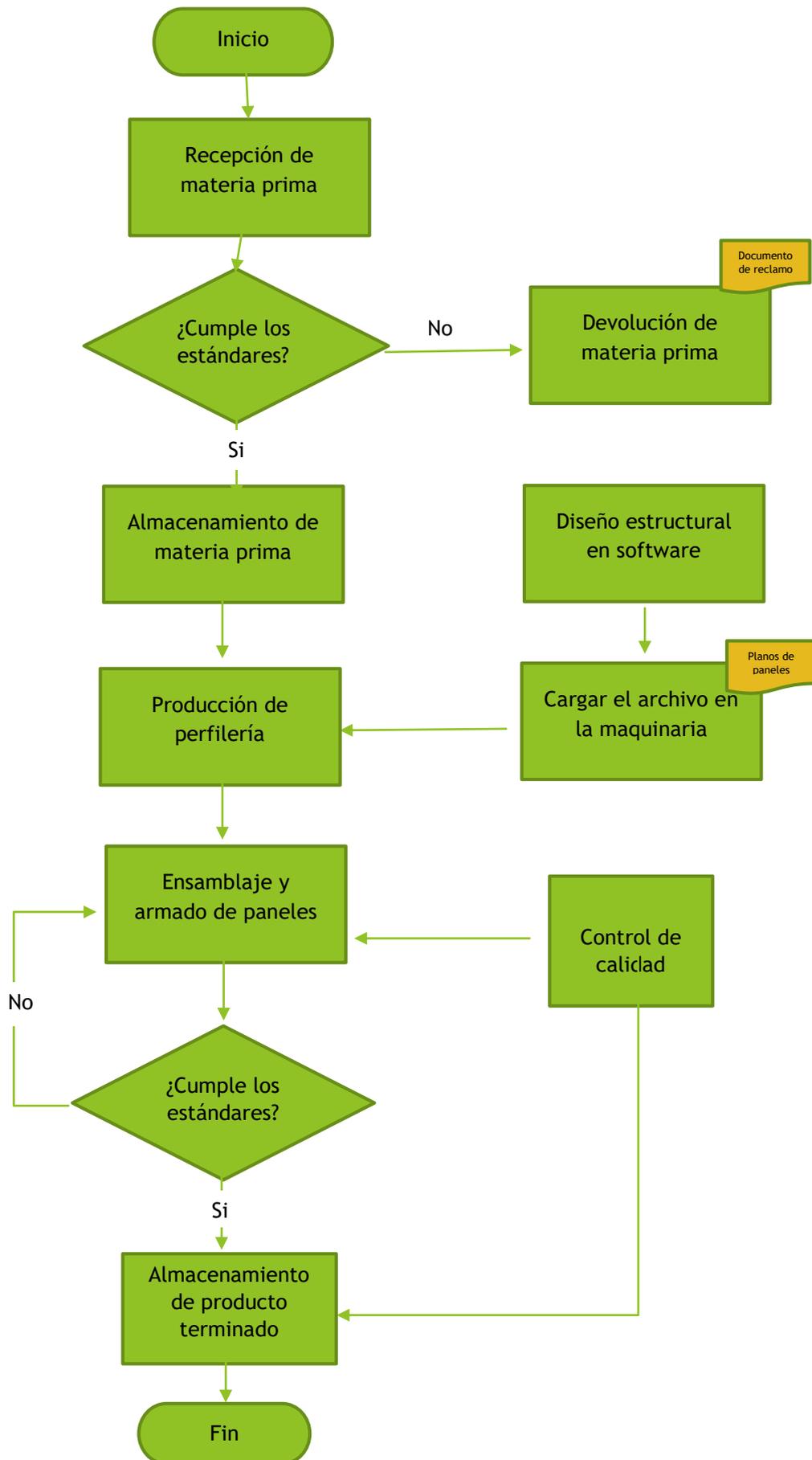


Figura 16. Diagrama de flujo macro

2.6 Demanda de viviendas en Ecuador

En el país según el MIDUVI (ministerio de desarrollo urbano y vivienda) hay una demanda de un millón quinientos mil viviendas que esta insatisfecha, es por eso que este proyecto tiene como objetivo el atacar a ese nicho de mercado, proponiendo viviendas económicas.

Megabuilder está dispuesto a atacar al 1% de esa demanda, es decir 15000 casas. Para el cumplimiento de esa demanda nosotros vamos a darnos un plazo de 3 años. (Tabla 3)

Tabla 3.

Demanda de viviendas en Ecuador

| Número de viviendas | Plazo |
|---------------------|--------|
| 15000 casas | 3 años |
| 5000 casas | 1 año |
| 417 casas | Mes |
| 19 casas | Día |
| 1.2 casas | Hora |

2.7 VSM actual de la empresa

Elaboramos un VSM actual de la empresa con respecto a la demanda que generamos anteriormente, dentro de este VSM, tomamos tiempos teóricos de cada uno de los procesos en la elaboración de las viviendas, basándonos en relaciones "peso/ tiempo" y "metros lineales/ tiempo" que teníamos de proyectos hechos anteriormente en la empresa Megabuilder S.A, en nuestro modelo vamos a decir que se va a trabajar dos turnos a un 93% de lo que la maquinaria me permite, además sacamos un tiempo Takt, que nos muestra cuanto se debe demorar cada proceso para que la demanda sea cumplida en el tiempo establecido, sin embargo en nuestro caso no fue así, ya que en dos procesos el tiempo de producción estaba muy elevado, es por eso que se tienen que aplicar las debidas mejoras que a lo largo de este documento se podrán visualizar.(Figuras 17 – 20)

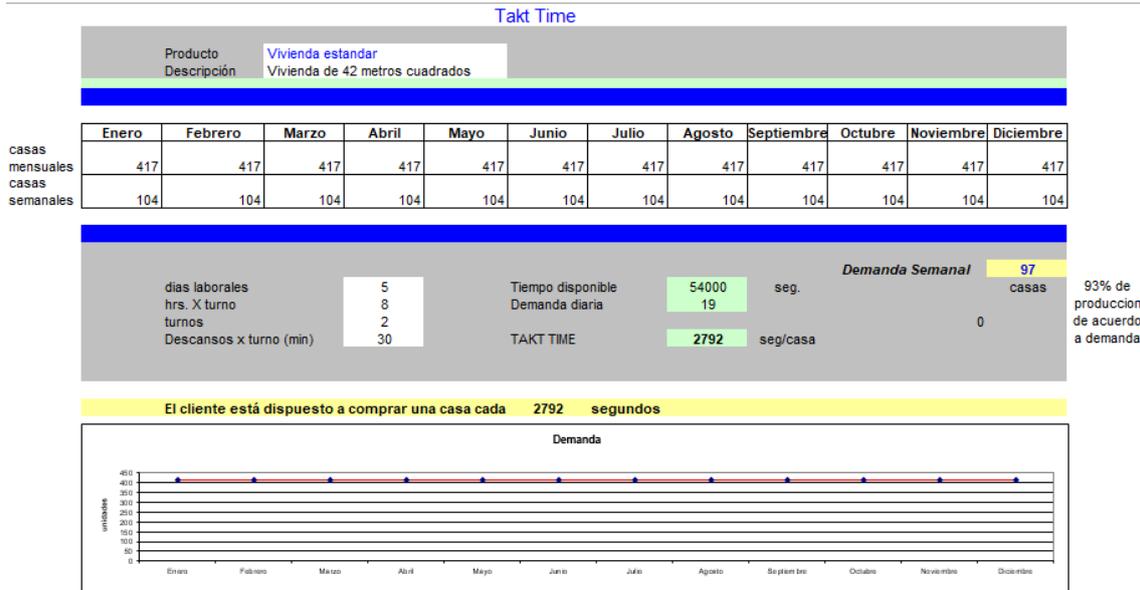


Figura 17. Takt time actual

| PROCESO | Fabricación de casas de 42 m2 | Hoja de Medicion de Tiempos | | | | | | | | | | | | | | Fecha analisis | | Tiempo repetido mas bajo | |
|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|-----------|--------------------------|--------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 22-nov-17 | | 9:00 - 13:00 |
| 1 | Recepcion de materia prima | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,95 | 172,950 |
| 2 | Almacenamiento de materia prima | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,38 | 32,380 |
| 3 | Produccion de perfileria | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,37 | 3077,370 |
| 4 | Ensamble de paneles | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,36 | 4347,360 |
| 5 | Control de calidad | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,000 |
| 6 | Almacenamiento de producto terminado | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,00 | 600,000 |
| 7 | Transporte | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,52 | 1750,520 |
| Tiempos de ciclo Total | | | | | | | | | | | | | | | | | | 10580,580 | |

Figura 18. Medicion de tiempos actual

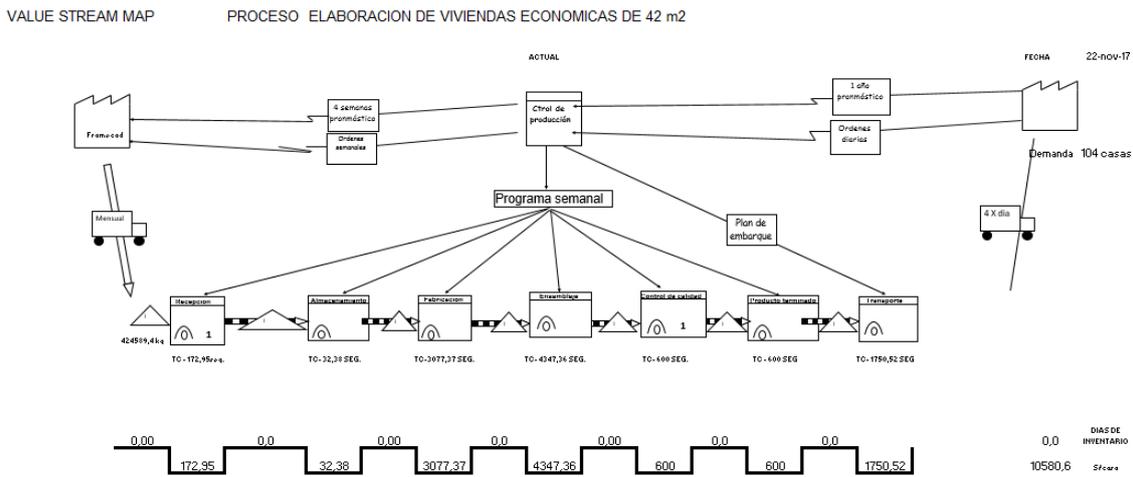


Figura 19. VSM actual

| Operación | Operador | Descripción | Tiempo | Takt |
|-----------|----------|--------------------------------------|---------|------|
| 1 | A | Recepcion de materia prima | 172,95 | 2792 |
| 2 | B | Almacenamiento de materia prima | 32,38 | 2792 |
| 3 | C | Produccion de perfileria | 3077,37 | 2792 |
| 4 | D | Ensamble de paneles | 4347,36 | 2792 |
| 5 | E | Control de calidad | 600 | 2792 |
| 6 | F | Almacenamiento de producto terminado | 600 | 2792 |
| 7 | G | Transporte | 1750,52 | 2792 |

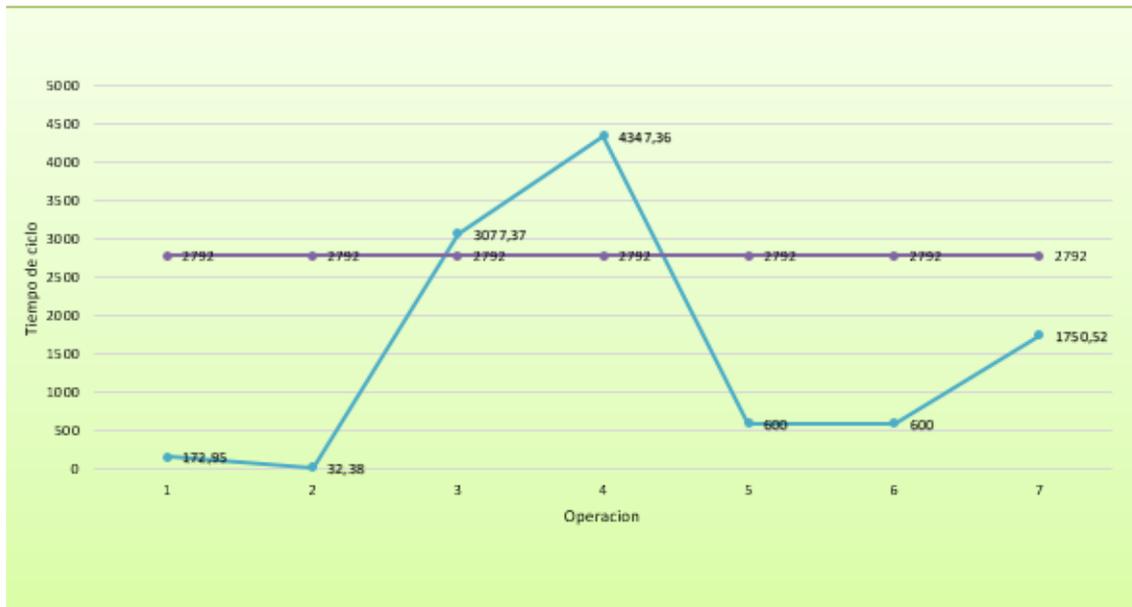


Figura 20. Análisis de balance actual

Como se pudo ver en las imágenes anteriores, existe un desfase en dos operaciones que son la de producción y la de ensamble siendo más crítica la de ensamble, es por eso que más adelante en este documento se propondrán mejoras para este VSM y lograr cumplir con los tiempos establecidos.

3 Marco Teórico

3.1 Conceptos.

El proyecto también va a contar con conceptos de diseño de planta y procesos en general, que a continuación se verán explicados con brevedad.

3.1.1 Diagrama de afinidades

Como nos comenta Jiro Kawakita, 1960 "El Diagrama de Afinidad, es una herramienta que sintetiza un conjunto de datos verbales (ideas, opiniones, temas, expresiones, etc.) agrupándolos en función de la relación que tienen entre sí. Se basa en el principio de que muchos de estos datos verbales son afines, por lo que pueden reunirse bajo unas pocas ideas generales."

La aplicación del diagrama de afinidad está indicada cuando: Se quiere organizar un conjunto amplio de datos, se pretende abordar un problema de manera directa, el tema sobre el que se quiere trabajar es complejo o es necesario el consenso del grupo.

3.1.2 Diagrama de bloques adimensionales

"El diagrama adimensional de bloques es el primer intento de distribución y resultado de la gráfica de relación de actividades y la hoja de trabajo. Aun cuando esta distribución es adimensional, será la base para hacer la distribución maestra y el dibujo del plan." (Meyers, 2006 p. 185)

3.1.3 Simulación en software

Una simulación por computadora, un modelo de simulación por computador o un modelo informatizado es un programa informático o una red de ordenadores cuyo fin es crear una simulación de un modelo abstracto de un determinado sistema.

3.1.4 Balanceo de líneas

"El balanceo de línea es una de las herramientas más importantes para el control de la producción, dado que de una línea de fabricación equilibrada depende la optimización de ciertas variables que afectan la productividad de un proceso, variables tales como los son los inventarios de producto en proceso, los tiempos de fabricación y las entregas parciales de producción. El objetivo fundamental de un balanceo de línea corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso." (Lume, 2017)

3.1.5 Estudio de tiempos

"Estudio de tiempos: actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida

consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.”
(López, 2001)

3.1.6 Celda de manufactura

“Una celda de manufactura es una colección de equipo que se requiere para fabricar una parte aislada o una familia de partes con características similares. Este equipo se coloca en círculo alrededor de un operador u operadores. Luego, el operador (con más frecuencia un operador único) toma una parte del recipiente de entrada y la mueve alrededor del círculo del equipo. Habitualmente el equipo incluye máquinas automáticas que sólo necesitan ser cargadas, activadas y después desactivadas. Una vez que la máquina se carga y activa, el operador mueve la parte recién terminada de la primera máquina a la segunda, en la que el operador retira la parte anterior y carga la siguiente. Este proceso continúa alrededor de la celda: se sacan partes de una máquina y en ésta se colocan partes nuevas, después se activa dicha máquina, y así hasta llegar a la última máquina, en donde se retira la parte, se inspecciona y se coloca en el contenedor de partes terminadas. Las celdas de manufactura se desarrollan a un ritmo muy rápido porque:

1. Reducen el tiempo de arranque en forma significativa.
2. Eliminan todo almacenamiento entre operaciones.”

(Meyers, 2006 p. 101)

3.1.7 Proceso

Conjunto de actividades interrelacionados entre sí que al llevarse a cabo transforman los elementos de entrada en elementos de salida, generando un valor agregado en cada una de sus etapas, con el fin de satisfacer al cliente.

3.1.8 Mapa de procesos

A lo largo de este documento se encontraran diferentes niveles de mapas de procesos, el primero es un nivel macro es decir de toda la organización, donde se detallan todos los procesos en sus 3 clasificaciones (procesos estratégicos, procesos sustantivos y procesos de apoyo), sin embargo detallaremos más a fondo los procesos que generan valor, es decir los sustantivos.

3.1.9 Tabla de Procesos

“La tabla del proceso se usa sólo para una parte, con el registro de todo lo que le ocurre a ésta desde el momento en que llega a la planta hasta que se reúne con las demás partes. Para describir lo que sucede se utilizan los símbolos siguientes: ” (Meyers, 2006 p.146) (Figura 21)

| <i>Símbolo</i> | <i>Descripción</i> |
|---|---|
|  | = operación, trabajo sobre la parte |
|  | = transporte, movimiento de la parte |
|  | = almacenamiento, almacenes, bodega, trabajo en proceso |
|  | = demora, almacenamiento muy breve por lo general en la estación de manufactura; contenedores de partes de entrada tanto como de salida |
|  | = inspección, control de calidad, trabajo sobre el producto |
|  | = operación combinada e inspección |

Figura 21. Símbolos de procesos

Tomado de: (Meyers, 2006 p.147)

3.1.10 Ficha de caracterización de los procesos

Una ficha de caracterización para este informe es un formato que registra cada uno de los procesos sustantivos, y nos muestra los requerimientos y las actividades de cada uno de estos, el formato va a contener elementos importantes que muestren el porqué de cada proceso y las necesidades para efectuar cada uno de ellos.

- Descripción del proceso

Aquí se debe describir concisamente el proceso que se va a tratar a lo largo de la ficha

- Objetivos del proceso

Los objetivos de cada uno de los procesos que se detallan en el formato deben ser planteados con una metodología SMART, por lo que tienen que ser específicos, medibles, alcanzables, reales y tener un tiempo de cumplimiento; sin olvidar que tienen que estar alineados con la línea de producción.

- Indicadores del proceso

En esta ficha existe también indicadores que nos muestran si el proceso está dando resultados y así poder cuantificarlos y mejorar.

- Normas y requisitos legales

Este elemento se refiere a las normativas que debe cumplir cada uno de los procesos que se realizan, ya sean internas, externas, internacionales o nacionales, según sea el caso.

- Relación del proceso con otros procesos, internos o externos.

En este punto, no nos pide sino que identifiquemos las entradas, salidas y las relaciones que tiene el proceso con cualquier otro y a su vez, los clientes y los proveedores de cada proceso.

3.1.11 Diagrama de Flujo

“Los diagramas de flujo muestran la trayectoria que recorre cada parte, desde la recepción, los almacenes, la fabricación de cada parte, el subensamble, el ensamble final, el empaque, el almacenamiento y el envío. Estas trayectorias se dibujan en una distribución de la planta. El diagrama de flujo pondrá de manifiesto factores como tráfico cruzado, retrocesos y distancia recorrida.”
(Meyers, 2006 p. 152)

4 Desarrollo

En este capítulo vamos a desarrollar a fondo los factores que influyen al diseño de una línea productiva, viendo métodos, herramientas, técnicas y programas que nos faciliten a realizar un diseño lo más parecido a la realidad, tomando en cuenta la situación actual de la empresa y mejorando todo lo que se pueda medir, haciendo así un diseño eficaz y rentable para la compañía Megabuilder S.A.

4.1 Cadena de abastecimiento

La cadena de abastecimiento en la empresa Megabuilder comienza con la llegada de la materia prima a la fábrica, esta proviene del exterior principalmente, y nos abastece nuestra empresa aliada llamada Framecad, su embalaje son de paquetes de 3000 Kg. cada pallet, en el que vienen 3 bobinas de 1000 Kg. cada una, las mismas que una vez desempacadas son acomodadas meticulosamente en racks para prevenir que se caigan y causen algún accidente, en esta etapa se realiza una inspección de calidad, que cumpla con las normas estipuladas para poder utilizar en la maquinaria.

Posteriormente tenemos el proceso de producción, el cual consiste con un puente grúa ubicar una de las bobinas en el "decoiler" que es un elemento giratorio que desenvuelve la bobina para que entre en la maquina F325iT el acero en forma de lámina, y así ser perforado y doblado según el diseño, el proceso de producción termina cuando sale el perfil ya marcado con su nombre y cortado de la dimensión necesaria, elaborada anteriormente por el encargado del diseño.

Seguido viene el proceso de ensamblado el cual consiste en unir los perfiles elaborados de la manera que muestra el plano de ensamblaje (previamente elaborados), esta unión se da exclusivamente con tornillos, que con taladros apertadores se colocan en los lugares que tienen la perforación para los mismos, que son importados ya que se requiere la resistencia y el recubrimiento ideal para dar la calidad estipulada por nuestra empresa.

Una vez ensamblado los paneles son enviados al área de producto terminado donde son inspeccionados que cumplan con el diseño y las medidas necesarias y acomodados de tal manera que su envío sea óptimo y fácil de realizar. Por último tenemos el transporte de los paneles, para esta actividad hay que cargar manualmente los paneles al tráiler o camión según sea el caso y suministrar una guía de remisión conjunta con los planos de armaje. (Figura 22)

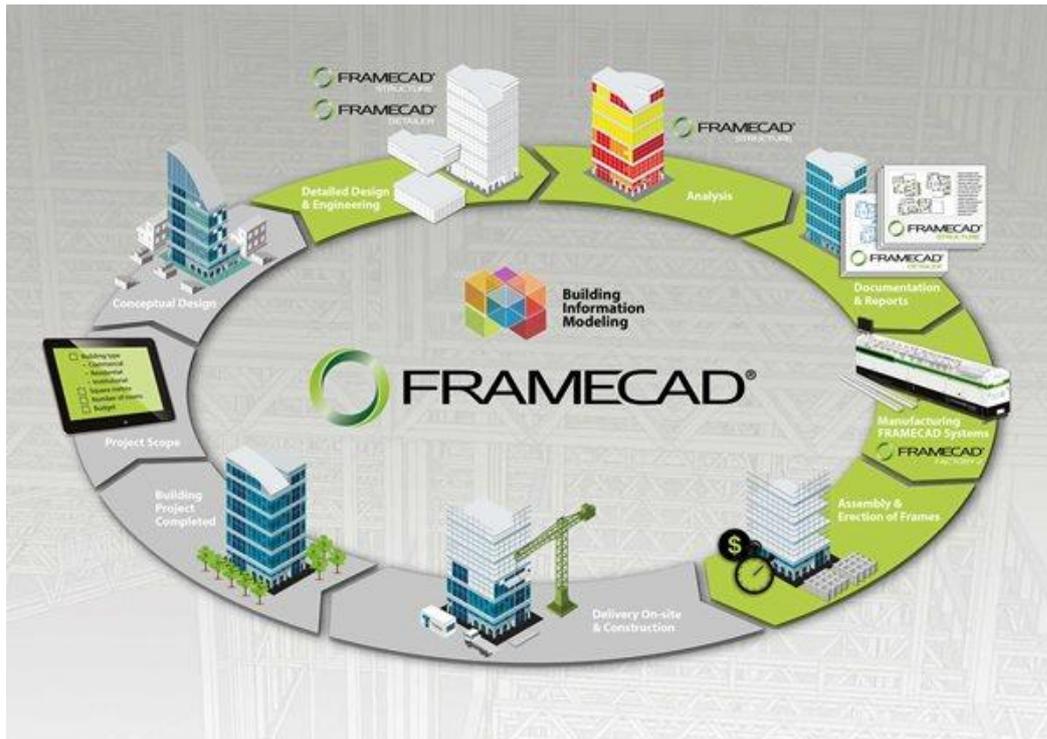


Figura 22. Cadena de abastecimiento de framecad.

Adaptada de: (Framecad, 2017)

4.2 VSM Futuro

Para realizar este VSM se aplicaron varias mejoras, para algunas de ellas aplicamos la metodología lean, para que la producción sea más esbelta e eficiente, para otras usamos softwares de simulación que nos indican un aproximado de cómo se va a dar el proceso en la vida real, estas herramientas de mejora son esenciales para que el VSM pueda cumplir con la demanda y así satisfacer al cliente, a continuación se detalla una tabla (Tabla 4) en la que nos muestra las mejoras aplicadas.

Tabla 4.

Acciones de mejora

| Número | Área | Descripción Oportunidad | Estrategia | Muda/Desperdicio | Herramienta o Iniciativa | Objetivo |
|--------|------|-------------------------|------------|------------------|--------------------------|----------|
| | | | | | | |

| | | | | | | |
|---|--------------------|----------------------------------|--|--|--------------------|--|
| 1 | Área de Producción | Área de producción desorganizada | Implementar un sistema organizado para clasificar materiales, materia prima, equipos, herramientas | Movimientos / Procesos | 5S | Clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y concientizar disciplina para tener un lugar de trabajo organizado que permita trabajar con eficiencia |
| 2 | Área de Producción | Proceso por encima del takt time | Aumentar una línea de producción | Inventarios / Tiempos/ sobreproducción | software modelador | Crear una nueva línea de producción para reducir la carga en esta área de trabajo y poder cumplir con la demanda |

| | | | | | | |
|---|------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------------|--------------------|--|
| 3 | Área de ensamble | Armado de paneles desiguales informal | Utilizar kanban o jig de ensamble para facilitar el trabajo | Tiempos/ Defectos | Kanban | Crear plantillas de ensamble para cada panel, especificando los insumos necesarios las herramientas y los métodos para mejorar el ensamble |
| 4 | Área de ensamble | Demasiado trabajo para una sola línea | Aumentar una línea de ensamble | Inventario / Tiempo / Sobreproducción | software modelador | Crear una nueva línea de ensamble para reducir la carga en esta área de trabajo y poder cumplir con la demanda |

Una vez propuestas estas mejoras, proseguimos a realizar un nuevo VSM, que incluye la misma demanda con los dos turnos de trabajo y la misma eficiencia,

pero esta vez construimos 15 casas, y tomamos los tiempos en cada uno de los procesos, logrando así un estimado más real, adicionalmente dividimos en dos los tiempos empleados en el área de ensamble y de producción ya que para cumplir la demanda establecida tenemos que aumentar esas líneas

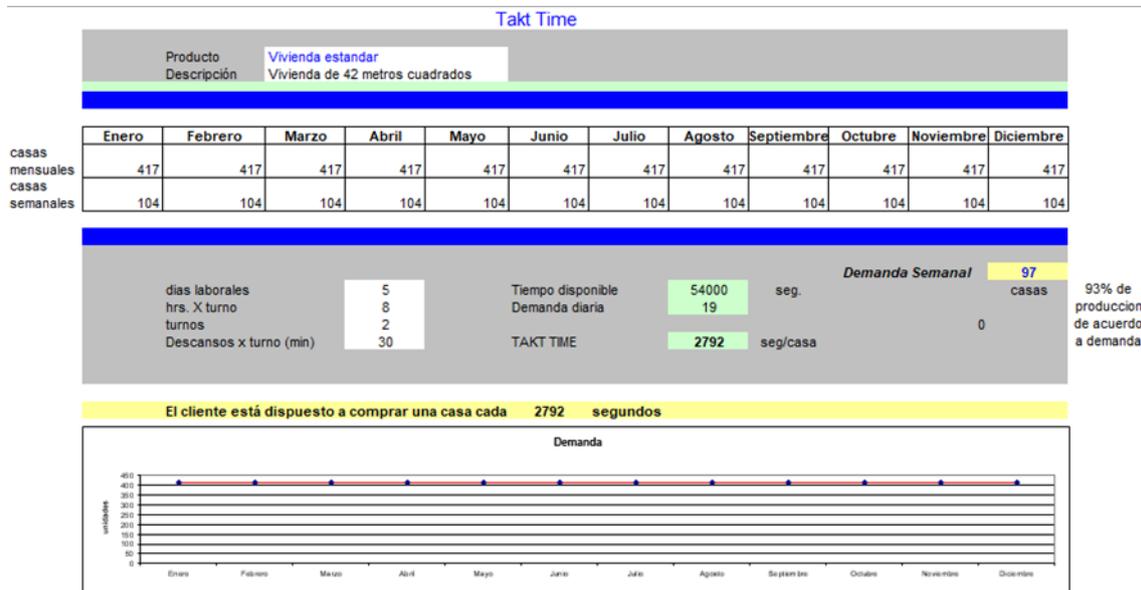


Figura 23. Takt time futuro

En la gráfica del Takt time es igual a la del VSM anterior debido que no va a cambiar nada, ni la demanda ni el tiempo disponible ni la eficiencia, es decir que nos basamos en esto para comparar los dos VSM y ver si las mejoras planteadas dan resultado. (Figura 23)

| PROCESO | Fabricación de casas de 42 m ² | Hoja de Medicion de Tiempos | | | | | | | | | | | | | | Fecha analisis | | Tiempo repetido mas bajo |
|-------------------------------|---|-----------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------------|-----------------|--------------------------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 22-nov-17 | |
| 1 | Recepcion de materia prima | 180,50 | 172,95 | 170,36 | 182,60 | 171,15 | 172,95 | 172,02 | 170,98 | 177,60 | 175,48 | 172,95 | 171,16 | 170,64 | 173,48 | 171,57 | 172,950 | |
| 2 | Almacenamiento de materia prima | 32,38 | 30,28 | 31,59 | 31,69 | 34,15 | 32,38 | 31,26 | 32,97 | 34,84 | 33,15 | 31,77 | 32,06 | 32,38 | 33,15 | 31,26 | 32,380 | |
| 3 | Produccion de perfileria | 1624,15 | 1579,36 | 1538,69 | 1506,12 | 1650,36 | 1700,69 | 1538,69 | 1532,36 | 1592,68 | 1602,15 | 1525,89 | 1536,36 | 1582,12 | 1538,69 | 1538,69 | 1538,685 | |
| 4 | Ensamble de paneles | 2258,35 | 2120,36 | 2304,23 | 2175,89 | 2173,68 | 2183,69 | 2173,68 | 2198,36 | 2176,36 | 2170,58 | 2289,45 | 2196,34 | 2120,65 | 2165,30 | 2172,89 | 2173,680 | |
| 5 | Control de calidad | 598,35 | 601,35 | 605,87 | 656,17 | 600,00 | 597,15 | 576,32 | 610,48 | 604,89 | 600,00 | 601,54 | 608,97 | 584,13 | 622,14 | 606,06 | 600,000 | |
| 6 | Almacenamiento de producto terminado | 613,28 | 602,38 | 608,00 | 609,17 | 611,44 | 588,64 | 603,20 | 600,00 | 601,40 | 618,24 | 599,06 | 600,00 | 596,34 | 622,14 | 640,15 | 600,000 | |
| 7 | Transporte | 1785,21 | 1800,14 | 1650,17 | 1750,52 | 1726,14 | 1789,35 | 1745,25 | 1750,52 | 1756,34 | 1802,65 | 1732,17 | 1789,34 | 1754,00 | 1710,97 | 1801,02 | 1750,520 | |
| Tiempos de ciclo Total | | | | | | | | | | | | | | | | | 6868,215 | |

Figura 24. Medición de tiempos futuro

En el gráfico de tiempos podemos ver que los tiempos a tomar en cuenta son los que más se repiten es decir la moda, lo cual hace que el tiempo total de

ciclo sea lo más acercado a la realidad en cada uno de los procesos, además aquí podemos ver que los tiempos de ensamble y de producción de perfilería son divididos para dos debido a que ingresamos una línea más en esos procesos. (Figura 24)

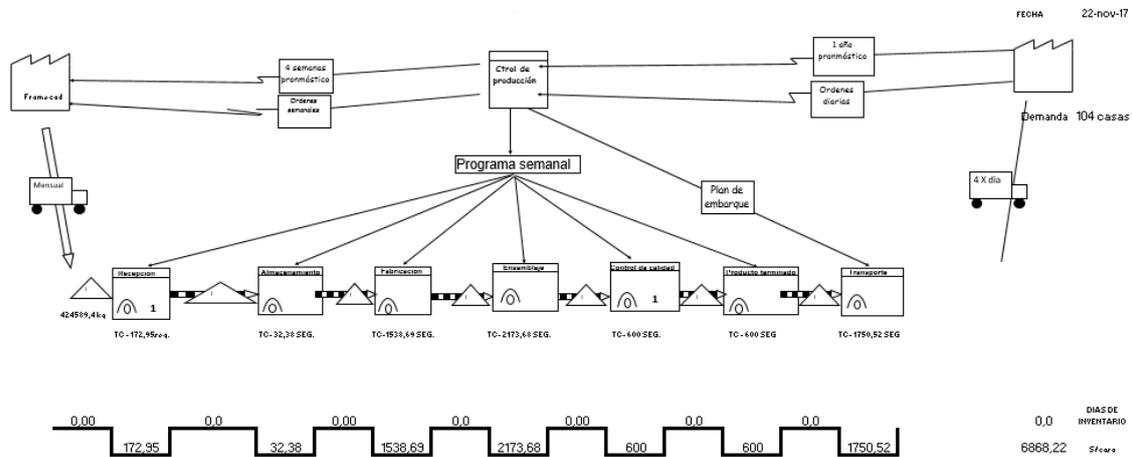


Figura 25. VSM futuro

En el gráfico anterior del VSM se puede observar que es un sistema ideal ya que no genera inventario entre los procesos, lo cual en la vida real no es cierto, pero decidimos hacerlo así debido a la complejidad que genera el fabricar paneles distintos manejando tiempos promedio en las áreas de ensamble y producción, sin embargo podemos ver que el tiempo total de producción es de 6868.22 segundos por cada casa. (Figura 25)

Análisis de balance

| Operación | Operador | Descripción | Tiempo | Takt |
|-----------|----------|--------------------------------------|----------|------|
| 1 | A | Recepcion de materia prima | 172,95 | 2792 |
| 2 | B | Almacenamiento de materia prima | 32,38 | 2792 |
| 3 | C | Produccion de perfileria | 1538,685 | 2792 |
| 4 | D | Ensamble de paneles | 2173,68 | 2792 |
| 5 | E | Control de calidad | 600 | 2792 |
| 6 | F | Almacenamiento de producto terminado | 600 | 2792 |
| 7 | G | Transporte | 1750,52 | 2792 |

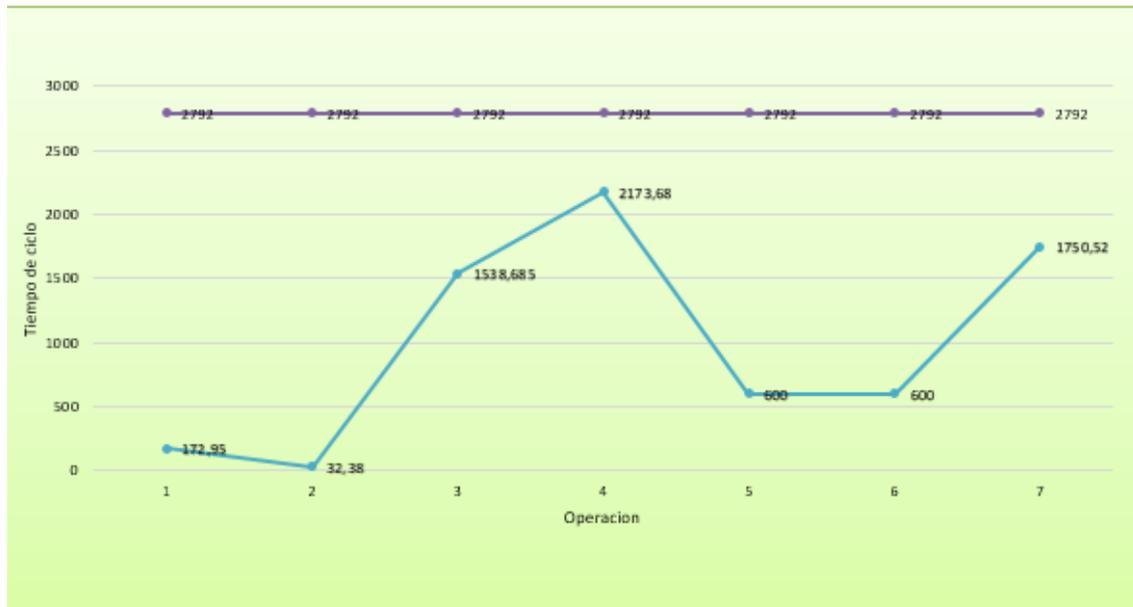


Figura 26. Análisis de balance futuro

En este último gráfico del balance se puede ver que todos los tiempos de ciclo están por debajo del takt time, eso quiere decir que la demanda se va a cumplir y que va a ser un proyecto viable, sin embargo es importante plantear una simulación en un software para corroborar con este balance. (Figura 26)

4.2.1 Simulación con flexsim

Flexsim es un software de simulación con el fin de simular producción o una línea de ensamble, posee una librería con objetos estándar que pueden ser modificados al gusto de cualquier necesidad, tiene a su vez análisis de datos y eficiencia para cada uno de sus elementos, en fin es muy completo y práctico.

Mediante este programa decidimos hacer una simulación que abarque la mayoría de elementos que se van a usar en nuestra línea, con la finalidad de programar y hacerle lo más cercano a la realidad.

Comenzamos primeramente ingresando todos los elementos necesarios, es decir los procesadores, los combinadores, los transportes, los racks, las bodegas y las fuentes, una vez que se les une entre sí a los elementos se procede a programar. (Figura 27)

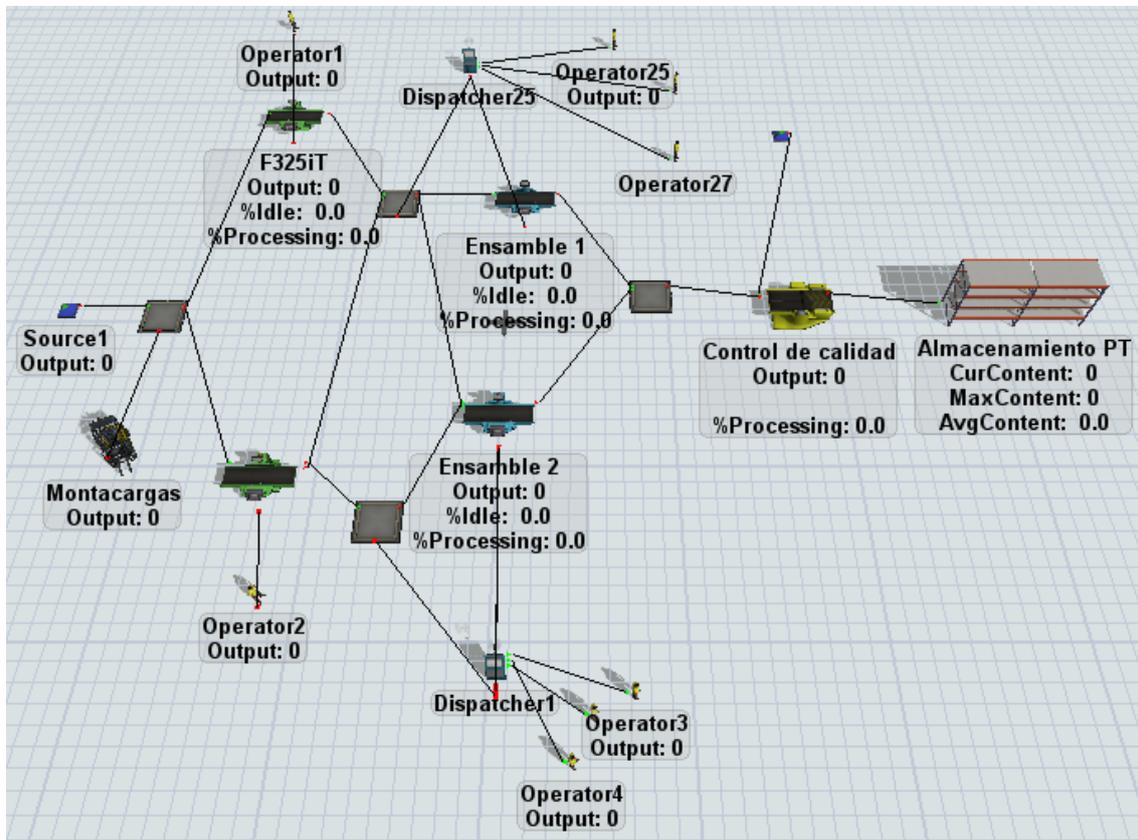


Figura 27. Diseño flexsim

En primer lugar está la programación de la fuente que en este caso le hicimos por panel, es decir que si cada casa tiene 20 paneles y en el día se produce un máximo de 20 casas si se trabajara al 100%, eso daría un total de 400 elementos, seguido de esto procedemos a programar el montacargas, con los tiempos de carga y descarga, y la distancia recorrida. Para la programación de la maquinaria tuvimos que generar una distribución triangular que quiere decir que se ingresa el tiempo máximo de producción que se demora en un panel, de ahí el tiempo mínimo de producción y por último el tiempo que más se repite o un promedio de los tiempos, esto generamos debido a que cada panel es diferente y tienen distintos tiempos de producción. Para la sección de ensamble hicimos de la misma manera que la anterior, ya que son muy similares, lo único

que varía son los tiempos. Seguimos con el área de control de calidad que programamos con el tiempo medio que se demora en cada uno de los paneles y al finalizar el proceso que se generen un conjunto de 20 paneles cada uno, que en este caso vendría a ser una casa. Por ultimo está el área de producto terminado que con unos racks que cuentan cuantas casas se hacen al final de cada ciclo, en este caso 54000 segundos.

Una vez finalizada la programación se corre el programa y se visualizan los resultados, tenemos en cada una de la maquina el porcentaje de tiempo que cada elemento emplea, la cantidad de elementos que se producen y los operadores y los transportes que se utilizan. (Figura 28)

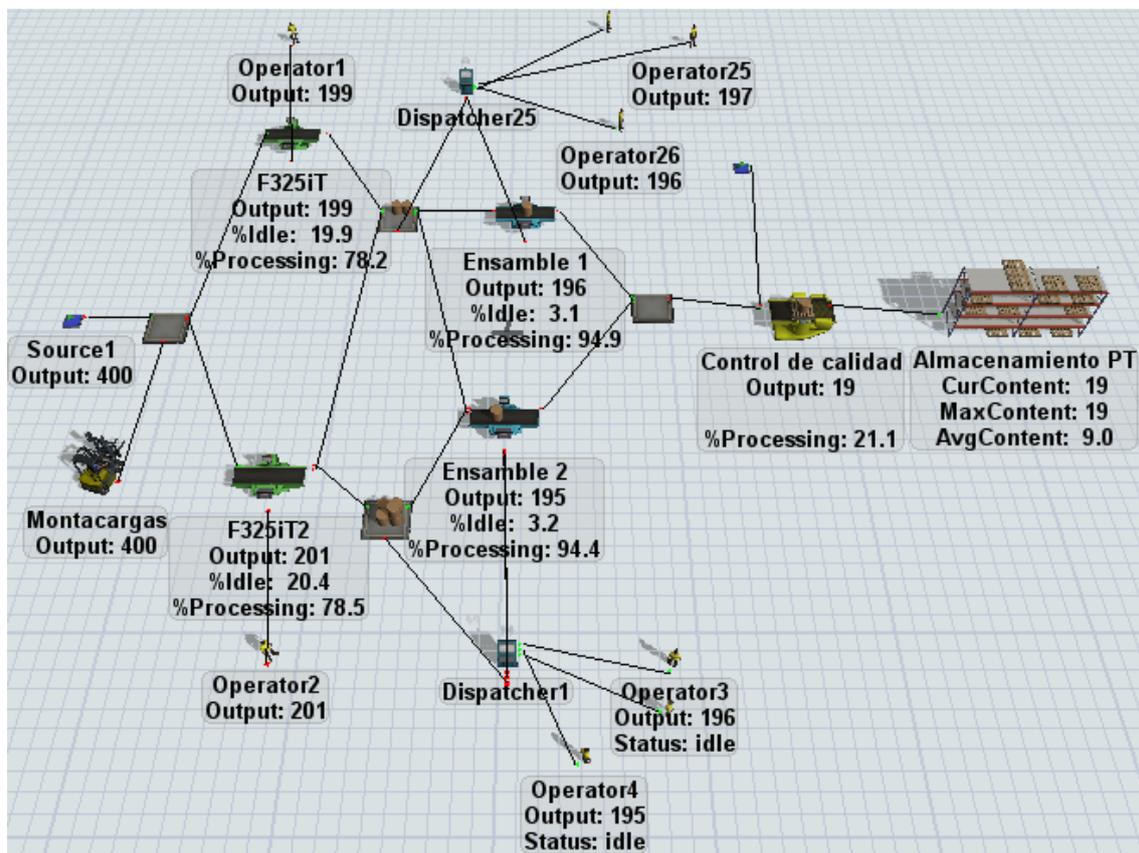


Figura 28. Simulación flexsim

Adicionalmente a la simulación, este programa nos brinda un análisis de cada procesador en una tabla, para saber la utilización de cada uno de ellos y visualizar en un gráfico de barras. (Figura 29)

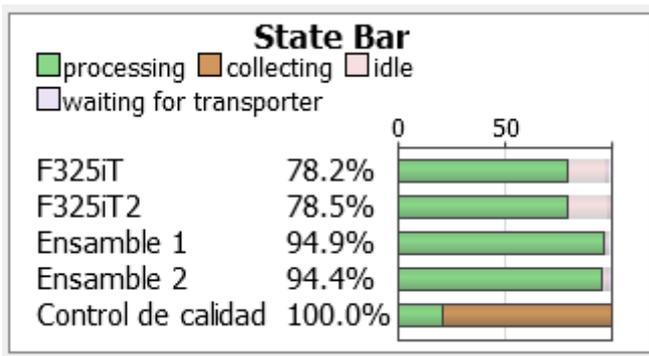


Figura 29. Análisis de simulación

En fin, con esta simulación podemos ver que en el tiempo establecido se logran realizar las 19 casas diarias sin ocupar por totalidad las maquinas, pero como podemos observar el ensamble sigue siendo el punto crucial de nuestro diseño, es por eso que se propone una herramienta que facilite el armado y agilite el proceso. (Anexo 2)

4.2.2 Kanban

El kanban es un sistema de información que controla la fabricación de productos, este es una tarjeta que contiene la información necesaria para en nuestro caso el ensamble de paneles. Existe una tarjeta por cada elemento de armado, es decir una por panel, que en esta detallan los elementos necesarios, los pernos, el tiempo óptimo a emplearse, la cantidad diaria a producir y los procesos anteriores y posteriores. (Tablas 5)

Tablas 5.

Tarjetas Kanban

| 1 | Kanban de Ensamble | | |
|----------------------------|--------------------|--------------------|------------|
| Nombre | Panel L1 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |

| | | | |
|---------------------|---|--------------------------|--------|
| Pernos necesarios | 240 | Metros lineales de acero | 62,49m |
| Perfiles necesarios | S1 - S22 B1 W1 - W4 T1 N1 - N6 Br1 - Br3 H1 - H2 L1 | | |

| | | | |
|----------------------------|--|--------------------------|------------|
| 2 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L2 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 50 | Metros lineales de acero | 28,18m |
| Perfiles necesarios | S1 - S7 Br1 - Br2 N1 B1 T1 | | |

| | | | |
|--------|--------------------|---------|------------|
| 3 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L3 | Proceso | Producción |

| | | | |
|----------------------------|--|--------------------------|------------|
| | | anterior | |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 64 | Metros lineales de acero | 36,45m |
| Perfiles necesarios | S1 - S8 Br1 - Br4 N1 B1 T1 | | |

| | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|------------|
| 4 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L4 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 176 | Metros lineales de acero | 48,93m |
| Perfiles necesarios | S1 - S14 B1 W1 - W6 T1 N1 - N4 Br1 - Br6 | | |

| | |
|--|----------|
| | H1 L1 |
|--|----------|

| | | | |
|----------------------------|--|--------------------------|------------|
| 5 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L5 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 140 | Metros lineales de acero | 31,93m |
| Perfiles necesarios | S1 - S14 B1 W1 - W3 N1 - N4 H1 - H3 T1 | | |
| 6 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L6 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 154 | Metros lineales de acero | 46,73m |
| Perfiles necesarios | S1 - S14 B1 W1 - W2 Br1 - Br3 N1 - N4 | | |

| | |
|--|---------------|
| | H1 - H3 T1 |
|--|---------------|

| | | | |
|----------------------------|--|--------------------------|------------|
| 7 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L7 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 142 | Metros lineales de acero | 43,08m |
| Perfiles necesarios | S1 - S13 W1 - W2 N1 - N4 H1 - H3 T1 B1 Br1 - Br3 | | |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|--------------------------|------------|
| 8 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L8 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 172 | Metros lineales de acero | 49,63m |
| Perfiles | S1 - B1 | | |

| | |
|------------|--|
| necesarios | S16 W1 - W3 T1 N1 - N4 Br1 - Br6 H1 L1 |
|------------|--|

| | | | |
|----------------------------|--|--------------------------|------------|
| 9 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L9 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 58 | Metros lineales de acero | 30,72m |
| Perfiles necesarios | S1 - S7 Br1 - Br4 N1 B1 T1 | | |

| | | | |
|-------------------|--------------------|--------------------|------------|
| 10 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L10 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a | 19 | Tiempo a emplearse | |

| | | | |
|---------------------|--|--------------------------|--------|
| producir | | | |
| Pernos necesarios | 52 | Metros lineales de acero | 28,06m |
| Perfiles necesarios | S1 - S6 Br1 - Br4 N1 B1 T1 | | |

| | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|------------|
| 11 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel L11 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 172 | Metros lineales de acero | 49,64m |
| Perfiles necesarios | S1 - S16 B1 W1 - W3 T1 N1 - N4 Br1 - Br6 H1 L1 | | |
| | | | |
| 12 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel N12 | Proceso | Producción |

| | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|------------|
| | | anterior | |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 68 | Metros lineales de acero | 29,30m |
| Perfiles necesarios | S1 - S9 H1 Br1 - Br2 N1 - N2 B1 T1 | | |

| | | | |
|----------------------------|--|--------------------------|------------|
| 13 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel N13 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 32 | Metros lineales de acero | 15,86m |
| Perfiles necesarios | S1 - S4 Br1 - Br2 N1 B1 T1 | | |

| | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|------------|
| 14 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | Panel N14 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | 72 | Metros lineales de acero | 34,64m |
| Perfiles necesarios | S1 - S6 Br1 - Br6 N1 - N2 B1 T1 | | |
| 15 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | RPanel 1 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | | Metros lineales de acero | 81,97m |
| Perfiles necesarios | Bp1 - Bp3 Tp1 St1 - St16 Ng1 - | | |

| | |
|--|------|
| | Ng 2 |
|--|------|

| | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|------------|
| 16 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | RPanel 2 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | | Metros lineales de acero | 32,54m |
| Perfiles necesarios | Bp1 Tp1 St1 - St5 Ng1 - Ng 9 | | |

| | | | |
|----------------------------|--------------------|----------------------|------------|
| 17 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | RPanel 3 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | | Metros lineales de | 39,31m |

| | | | |
|---------------------|---|-------|--|
| | | acero | |
| Perfiles necesarios | Bp1 - Bp3 Tp1 St1 - St8 Ng1 - Ng9 | | |

| | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|------------|
| 18 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | RPanel 4 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | | Metros lineales de acero | 32,54m |
| Perfiles necesarios | Bp1 Tp1 St1 - St5 Ng1 - Ng9 | | |

| | | | |
|-----------------|--------------------|-------------------|------------|
| 19 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | RPanel 5 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |

| | | | |
|----------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------|
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | | Metros lineales de acero | 32,54m |
| Perfiles necesarios | Bp1 Tp1 St1 - St5 Ng1 - Ng9 | | |

| | | | |
|----------------------------|---|--------------------------|------------|
| 20 | Kanban de Ensamble | | |
| Nombre | RPanel 6 | Proceso anterior | Producción |
| Numero de pieza | 1 | Proceso posterior | Almacenado |
| Cantidad diaria a producir | 19 | Tiempo a emplearse | |
| Pernos necesarios | | Metros lineales de acero | 99,81m |
| Perfiles necesarios | Bp1 - Bp3 Tp1 St1 - St19 Ng1 - Ng2 | | |

4.3 Mapa de procesos

Para una mejor gestión para Megabuilder S.A. se ha desarrollado un mapa de procesos a establecer en un futuro, para mejorar la gestión, la producción y la satisfacción del cliente, este desarrollo consta de 20 áreas establecidas, de las cuales en 13 se generan procesos, estos procesos son clasificados en tres grupos: los estratégicos, los sustantivos y los de apoyo; todos estos interactúan entre sí.

Como procesos estratégicos tenemos la administración, marketing, finanzas, oficinas de producción y el área de diseño, en esta se encuentra la alta dirección y se encargan de analizar el funcionamiento y los problemas presentados en todas las áreas de la empresa.

Los procesos sustantivos, son aquellos procesos que generan valor, aquellos que transforman la materia prima en un producto para el cliente, que además son los más importantes ya que son la razón de la empresa, y aparte en ellos se encuentra la interacción directa con el cliente o con los proveedores, estos procesos son: producción, almacenamiento de materia prima, ensamble y producto terminado.

Por ultimo pero sin dejar de lado están los procesos de apoyo que dentro de la organización son vitales para que los otros procesos se den de la mejor manera y la empresa siga un rumbo adecuado, estos procesos son: mantenimiento, recepción de materia prima, calidad y transporte. (Figura 30)

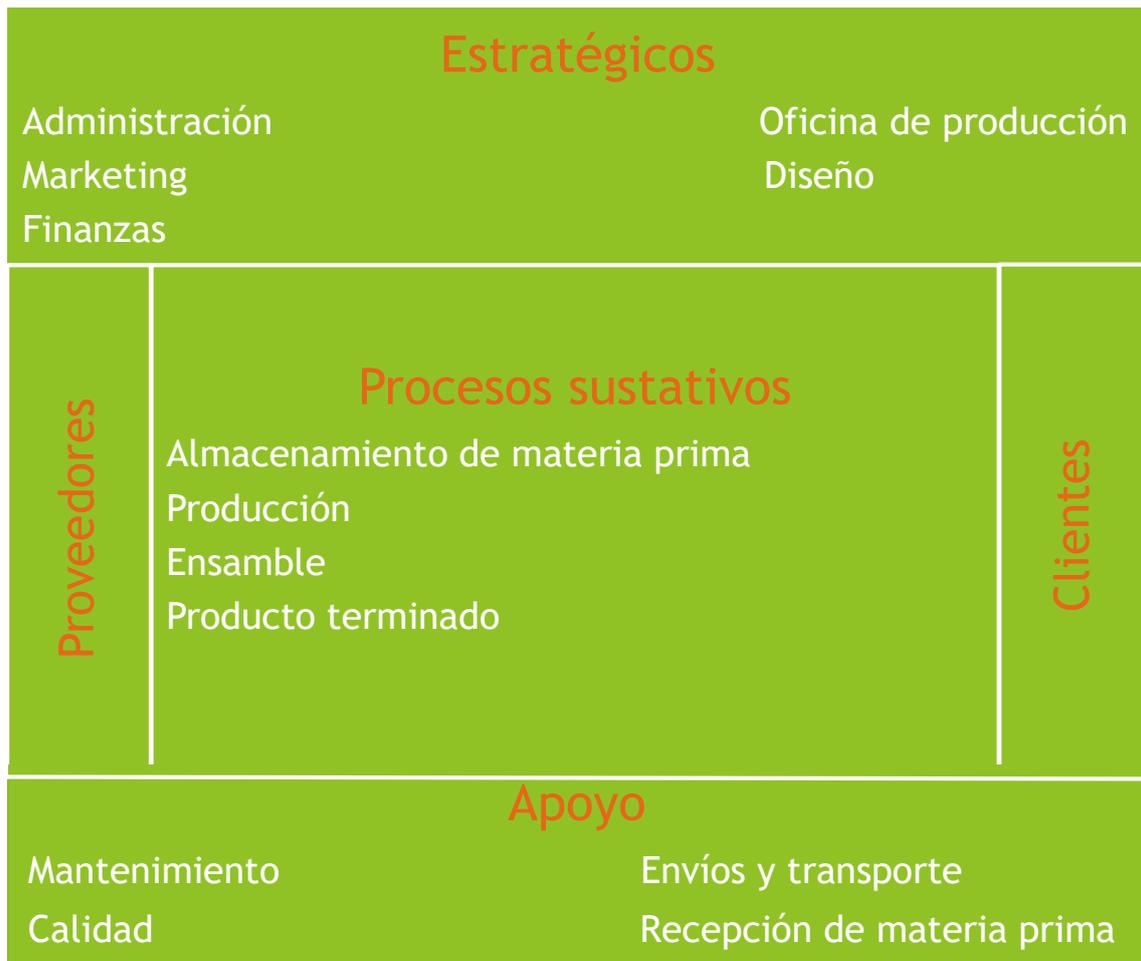


Figura 30. Mapa de procesos

4.4 Diseño de procesos

4.4.1 Tabla de procesos

La tabla del proceso es un registro de lo que ocurre en cada operación desde el momento que llega a la estación hasta que se une con las demás partes. (Tablas 6)

En este documento se va a detallar las actividades que se realizan en cada uno de los procesos, estas a su vez contienen información de la distancia recorrida y el tiempo empleado, adicional en la tabla va a contar con un recuadro de análisis que nos muestra las cinco W y una H, con el objetivo de generar respuestas basadas en datos que nos sirvan para determinar la viabilidad de cada proceso. Una vez realizada esta tabla y sea comprendida en su totalidad, el encargado se podría hacer las siguientes preguntas:

- a. ¿Puede eliminarse esta etapa?
- b. ¿Es posible automatizar esta etapa?
- c. ¿Podría combinarse esta etapa con otra?
- d. ¿Es posible cambiar las rutas para reducir las distancias de viaje?
- e. ¿Las estaciones podrían agruparse más cerca?
- f. ¿Se pueden justificar los apoyos a la producción para incrementar la efectividad?
- g. ¿Cuánto cuesta producir esta parte?

Tablas 6.

Tablas de procesos

| Tabla de procesos | | | | | | |
|--|----------------------|----------|---|------------------------------|-------------------------|--------|
| | | | | | | |
| Método Existente | | | | Fecha: 9/11/2017 | | |
| Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | | | | | | |
| Descripción de la operación: Recepción de materia prima | | | | | | |
| Resumen | Numero | Tiempo | Análisis | | | |
|  Operaciones | 3 | 24520 | Por que | Para la producción | | |
|  Transporte | 2 | 31500 | Que | Bobinas de acero galvanizado | | |
|  Inspecciones | 1 | 2100 | Cuando | Mensual | | |
|  Demoras | 0 | 0 | Donde | Planta Industrial | | |
|  Almacenamiento | 2 | 14000 | Quien | Gerente de planta | | |
| Distancia recorrida | | 6780 | metros | Como | Herramientas de trabajo | |
| Etap | Detalles del proceso | Método | Proceso | Distancia | Cantidad | Tiempo |
| 1 | Abrir contenedor | moladora |  | 0 | 12 | 720 |
| 2 | Inspeccionar carga | Visual |  | 240 | 70 | 2100 |

| | | | | | | |
|---|--------------------|-------------|---|------|-----|-------|
| 3 | Colocar cadenas | manual | ● | 240 | 70 | 2800 |
| 4 | Descargar bobinas | montacargas | ➡ | 840 | 70 | 12600 |
| 5 | Almacenaje en piso | | ▼ | 0 | 70 | 1400 |
| 6 | Desarmar bobina | manual | ● | 0 | 70 | 21000 |
| 7 | Ingreso de bobinas | montacargas | ➡ | 5250 | 105 | 18900 |
| 8 | Almacenamiento | racks | ▼ | 210 | 210 | 12600 |

Tabla de procesos

| | | | | | | |
|--|----------------------|----------|------------------|-----------|------------------------------|--------|
| Método Existente | | | Fecha: 9/11/2017 | | | |
| Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | | | | | | |
| Descripción de la operación: Devolución de materia prima | | | | | | |
| Resumen | | Numero | Tiempo | Análisis | | |
| ● | Operaciones | 2 | 12600 | Por que | Materia prima en mal estado | |
| ➡ | Transporte | 2 | | Que | Bobinas de acero galvanizado | |
| ■ | Inspecciones | 0 | | Cuando | Mensual | |
| D | Demoras | 1 | | Donde | Planta industrial | |
| ▼ | Almacenamiento | 0 | | Quien | Ingeniero de turno | |
| Distancia recorrida | | 220 | metros | Como | Herramientas de medición | |
| Etap | Detalles del proceso | Método | Proceso | Distancia | Cantidad | Tiempo |
| 1 | Analizar bobinas | medición | ● | 210 | 210 | 12600 |
| 2 | bobina en mal | | D | 0 | 0 | 0 |

| | | | | | | |
|---|---------------------|-------------|---|----|--|--|
| | estado | | | | | |
| 3 | transporte a bodega | |  | 10 | | |
| 4 | Cargar a camión | Montacargas |  | | | |
| 5 | Devolución | Camión |  | | | |

| Tabla de procesos | | | | | | |
|---|--|-------------|---|------------------|------------------------------|--------|
| | Método Existente | | | Fecha: 9/11/2017 | | |
| | Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | | | | | |
| | Descripción de la operación: Almacenamiento de materia prima | | | | | |
| Resumen | Numero | Tiempo | Análisis | | | |
|  | Operaciones | 1 | 6300 | Por que | Seguridad y orden | |
|  | Transporte | 1 | 7200 | Que | Bobinas de acero galvanizado | |
|  | Inspecciones | 0 | | Cuando | Mensual | |
|  | Demoras | 0 | | Donde | Racks | |
|  | Almacenamiento | 1 | | Quien | Personal de producción | |
| | Distancia recorrida | 6405 | metros | Como | Puente grúa o montacargas | |
| Etap | Detalles del proceso | Método | Proceso | Distancia | Cantidad | Tiempo |
| 1 | Transporte al área | Montacargas |  | 6300 | 210 | 7200 |
| 2 | Colocación en racks | Puente grúa |  | 105 | 210 | 6300 |
| 3 | Almacenamiento | Racks |  | | | |

| Tabla de procesos | | | | | | |
|-------------------|--|--|--|--|--|--|
|-------------------|--|--|--|--|--|--|

| | | | | | | |
|---|---------------------------|---------|---|-----------|---------------------------|------------|
| Método Existente | | | Fecha: 9/11/2017 | | | |
| Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | | | | | | |
| Descripción de la operación: Producción de perfilería | | | | | | |
| Resumen | | Numero | Tiempo | Análisis | | |
|  | Operaciones | 3 | 1900 | Por que | La razón de la empresa | |
|  | Transporte | 1 | 14000 | Que | Perfiles de acero liviano | |
|  | Inspecciones | 4 | 42000 | Cuando | diariamente | |
|  | Demoras | 1 | 570 | Donde | Fabrica | |
|  | Almacenamiento | 1 | | Quien | Operario de la maquina | |
| Distancia recorrida | | 26095 | metros | Como | Maquina F325iT | |
| Etap a | Detalles del proceso | Método | Proces o | Distancia | Cantidad | Tiemp o |
| 1 | Colocar acero | Grúa |  | 19 | 19500 | 1140 |
| 2 | Demora en colocación | |  | | | 570 |
| 3 | Quitar seguridad | Tijeras |  | | 19 | 380 |
| 4 | Introducción de lamina | Manual |  | 76 | 19 | 380 |
| 5 | Perforación | Maquina |  | 6500 | 19345,8 | 14000 |
| 6 | Doblado | Maquina |  | 6500 | 19345,8 | 14000 |
| 7 | Impresión | Maquina |  | | 19345,8 | |
| 8 | Corte | Maquina |  | 6500 | 19345,8 | 14000 |
| 9 | Transporte a rack | manual |  | 6500 | 380 | 14000 |
| 10 | Almacenamiento | manual |  | | 380 | |

Tabla de procesos

| | | | | | | |
|---|-------------------------|----------|---|-----------|---------------------------|------------|
| Método Existente | | | Fecha: 9/11/2017 | | | |
| Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | | | | | | |
| Descripción de la operación: Ensamblaje | | | | | | |
| Resumen | | Numero | Tiempo | Análisis | | |
|  | Operaciones | 7 | 71200 | Por que | Elaboración de paneles | |
|  | Transporte | 2 | 11400 | Que | perfiles de acero liviano | |
|  | Inspecciones | 0 | 0 | Cuando | diariamente | |
|  | Demoras | 0 | 0 | Donde | fabrica | |
|  | Almacenamiento | 1 | 0 | Quien | Operarios de ensamble | |
| Distancia recorrida | | 24700 | metros | Como | Planos y taladros | |
| Etap a | Detalles del proceso | Método | Proces o | Distancia | Cantidad | Tiemp o |
| 1 | transporte a sitio | rack |  | 1900 | 380 | 3800 |
| 2 | descarga de perfiles | manual |  | 380 | 19345,8 | 7600 |
| 3 | Almacenamiento | mesa |  | 0 | 19345,8 | |
| 4 | armar perímetro | manual |  | 4560 | 345,8 | 10000 |
| 5 | armar panel | manual |  | 4560 | 19000 | 18000 |
| 6 | colocar tornillos | taladro |  | 4560 | 1137 | 14000 |
| 7 | voltear panel | manual |  | 380 | 380 | 3800 |
| 8 | colocar tornillos | taladro |  | 4560 | 1137 | 14000 |
| 9 | escribir nombre | marcador |  | 0 | 380 | 3800 |
| 10 | transporte a rack | rack |  | 3800 | 380 | 7600 |

| | |
|--|--|
| Tabla de procesos | |
| Método Existente | |
| Fecha: 9/11/2017 | |
| Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | |

| Descripción de la operación: Almacenamiento de producto terminado | | | | | | |
|---|-----------------------|--------|---|-----------|--------------------------|--------|
| Resumen | | Numero | Tiempo | Análisis | | |
|  | Operaciones | 1 | 3800 | Por que | Orden | |
|  | Transporte | 1 | 7600 | Que | paneles de acero liviano | |
|  | Inspecciones | 1 | 11400 | Cuando | diariamente | |
|  | Demoras | 1 | | Donde | fabrica | |
|  | Almacenamiento | 1 | | Quien | operarios | |
| Distancia recorrida | | 8740 | metros | Como | manualmente | |
| Etap | Detalles del proceso | Método | Proceso | Distancia | Cantidad | Tiempo |
| 1 | inspección de calidad | visual |  | 4560 | 380 | 11400 |
| 2 | demora por inspección | |  | | | |
| 3 | transporte al área | racks |  | 3800 | 380 | 7600 |
| 4 | colocación en área | manual |  | 380 | 380 | 3800 |
| 5 | Almacenamiento | |  | | | |

| Tabla de procesos | | | | | | |
|---|--------------|--------|------------------|----------|-----------------------|--|
| Método Existente | | | Fecha: 9/11/2017 | | | |
| Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | | | | | | |
| Descripción de la operación: Diseño estructural | | | | | | |
| Resumen | | Numero | Tiempo | Análisis | | |
|  | Operaciones | 4 | 22840 | Por que | se requiere un diseño | |
|  | Transporte | 0 | | Que | Diseño y planos | |
|  | Inspecciones | 1 | 3600 | Cuando | se requiera | |
|  | Demoras | 0 | | Donde | fabrica | |

| | | | | | | |
|---|-----------------------|-----------|---|-----------|-----------------------|--------|
|  | Almacenamiento | 0 | | Quien | ingeniero estructural | |
| | Distancia recorrida | 0 | metros | Como | software | |
| Etap | Detalles del proceso | Método | Proceso | Distancia | Cantidad | Tiempo |
| 1 | Recepción de plano | manual |  | | 1 | |
| 2 | elaboración de diseño | software |  | | 1 | 18000 |
| 3 | inspección de diseño | visual |  | | | 3600 |
| 4 | elaboración de planos | software |  | | 1 | 3600 |
| 5 | impresión | impresora |  | | 1 | 1240 |

| Tabla de procesos | | | | | | |
|---|--|--------|---|------------------|--------------------------|--------|
| | Método Existente | | | Fecha: 9/11/2017 | | |
| | Descripción del producto: Vivienda Estándar de 42 metros cuadrados | | | | | |
| | Descripción de la operación: transporte | | | | | |
| | Resumen | Número | Tiempo | Análisis | | |
|  | Operaciones | 3 | 10460 | Por que | Enviar estructuras | |
|  | Transporte | 1 | 22800 | Que | paneles de acero liviano | |
|  | Inspecciones | 0 | | Cuando | diariamente | |
|  | Demoras | 0 | | Donde | fabrica | |
|  | Almacenamiento | 0 | | Quien | estibadores | |
| | Distancia recorrida | 3992 | metros | Como | manual | |
| Etap | Detalles del proceso | Método | Proceso | Distancia | Cantidad | Tiempo |
| 1 | Levantar panel | manual |  | | 380 | 1900 |
| 2 | Transportar panel | manual |  | 3800 | 380 | 22800 |

| | | | | | | |
|---|----------------|--------|---|-----|-----|------|
| 3 | Acomodar panel | manual | ● | | 380 | 7600 |
| 4 | asegurar carga | fajas | ● | 192 | 16 | 960 |

4.4.2 Diagrama de flujo

Como complemento del diseño de los procesos tenemos los diagramas de flujo, esta vez ya elaborados a fondo y más detallados, ya no solo macros, sino a nivel de tareas.

Los diagramas de flujo nos muestran la trayectoria que recorre cada una de las partes, desde la recepción de la materia prima, almacenamiento, fabricación de los perfiles, ensamble de los paneles, almacenamiento de producto terminado y transporte. Todas estas trayectorias se las coloca de la manera más conveniente en una distribución de la planta, para optimizar las distancias recorridas, los tiempos de movilización de uno a otro proceso, y el área disponible.

Las figuras que muestran a continuación (Figura 31), son elaboradas en el programa "bizagi" que es un software para modelar diagramas de flujo, se puede ver el diagrama general de la empresa y de ahí se muestra los diagramas detallados en los procesos que se necesita. (Anexo 1).



Figura 31. Diagrama de flujo producción de perfilería

4.5 Fichas de caracterización

El agregar estas fichas de caracterización a este documento, nos permite visualizar con mayor profundidad cada uno de los procesos anteriormente realizados en el diagrama de flujo, nos da información de subprocesos que se realizan, nos dice también los objetivos de cada uno de los procesos y el alcance de los mismos, así mismo nos da cual es el disparador del proceso y

cuáles son sus clientes (internos y externos), contiene también una serie de insumos que son necesarios para que se de el proceso y los recursos que se necesitan, en fin es una ficha muy completa que nos brinda la información necesaria de cada proceso. (Tablas 7)

Tabla 7.

Fichas de caracterización

| | | | |
|---|---|---------|----------------------------|
|  | Ficha de caracterización | Fecha | 30/10/2017 |
| | | Proceso | Recepción de materia prima |
| | | Versión | 1 |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en steel framing | | |
| Proceso | Recepción de materia prima | | |
| Subprocesos | Devolución de materia prima | | |
| Objetivo | Revisar que la carga sea adecuada y óptima para el uso. | | |
| Alcance | Desde: Llegada de materia prima a la fabrica | | |
| | Hasta: Descarga de materia prima y revisión | | |
| Proveedores | Framecad | | |
| Disparador | Necesidad de producción y cumplimiento de forecast | | |
| Insumos | Montacargas, Fajas, cadenas | | |
| Productos | Bobinas, anclajes, pernos, consumibles (aceites, tintas, lubricantes) | | |
| Clientes internos | Bodega | | |
| Clientes Externos | N/A | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa Megabuilder | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | |
| | Norma Ecuatoriana de la construcción | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | |
| | Parámetros internos de la compañía Megabuilder | | |

| | | | | |
|--------------------------|------------------------|-----------------------------|--|-----------------------------|
| Recursos | Talento Humano | Personal (4) | | |
| | Materiales | Montacargas, cadenas, fajas | | |
| | Tecnológicos | N/A | | |
| | Financieros | \$45/hora de montacargas | | |
| Frecuencia | Mensual | | | |
| Volumen | 313 toneladas al mes | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de cálculo | Fuente |
| | Eficiencia en descarga | Mensual | Acciones realizadas / Número de trabajadores | Base de datos de la empresa |

| | | | |
|---|---|---------|---------------------------------|
|  | Ficha de caracterización | Fecha | 30/10/2017 |
| | | Proceso | Almacenamiento de materia prima |
| | | Versión | 1 |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en steel framing | | |
| Proceso | Almacenamiento de materia prima | | |
| Subprocesos | Bodegaje de Insumos | | |
| Objetivo | Colocar la materia prima con orden y limpieza (5S) | | |
| Alcance | Desde: | | |
| | Hasta: | | |
| Proveedores | Cliente Interno | | |
| Disparador | Producción más rápida y eficiente | | |
| Insumos | Racks, estanterías, pallets. | | |
| Productos | Bobinas, anclajes, pernos, consumibles (aceites, tintas, lubricantes) | | |
| Clientes internos | Maquinista, área de producción | | |

| | | | | |
|--------------------------|---|-------------------------------|--------------------|-----------------------------|
| Cientes Externos | N/A | | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa Megabuilder | | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | | |
| | Norma Ecuatoriana de la construcción | | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | | |
| | Parámetros internos de la compañía Megabuilder | | | |
| Recursos | Talento Humano | Personal (2) | | |
| | Materiales | Puede grúa | | |
| | Tecnológicos | N/A | | |
| | Financieros | Según el presupuesto asignado | | |
| Frecuencia | Mensual | | | |
| Volumen | 313 toneladas al mes | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de cálculo | Fuente |
| | Aplicar 5S's | mensual | N/A | Base de datos de la empresa |

| | | | |
|---|--|---------|--------------------------------|
|  | Ficha de caracterización | Fecha | 30/10/2017 |
| | | Proceso | Diseño estructural en software |
| | | Versión | 1 |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en steel framing | | |
| Proceso | Diseño estructural en software | | |
| Subprocesos | Calculo Estructural | | |
| Objetivo | Satisfacer las necesidades de los clientes con una | | |

| | | | | |
|--------------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------|
| | construcción óptima. | | | |
| Alcance | Desde: Recepción de plano arquitectónico | | | |
| | Hasta: Elaboración del diseño estructural en el software de la empresa | | | |
| Proveedores | Cliente Externo | | | |
| Disparador | Necesidad de construir | | | |
| Insumos | Sistemas informáticos | | | |
| Productos | Planos de diseño y estructurales | | | |
| Clientes internos | Área de producción | | | |
| Clientes Externos | Personas o entidades que requieren cualquier tipo de construcción | | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa Megabuilder | | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | | |
| | Norma Ecuatoriana de la construcción | | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | | |
| | Parámetros internos de la compañía Megabuilder | | | |
| Recursos | Talento Humano | Personal (2) | | |
| | Materiales | Suministros de oficina y mobiliarios | | |
| | Tecnológicos | Software y hardware | | |
| | Financieros | \$8000/año de licencias de software | | |
| Frecuencia | Diaria | | | |
| Volumen | De acuerdo a cada proyecto | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de cálculo | Fuente |
| | Productividad | Mensual | cantidad de proyectos/tiempo empleado | Base de datos de la empresa |

| | | |
|--------------------------|-------|------------|
| Ficha de caracterización | Fecha | 30/10/2017 |
|--------------------------|-------|------------|

| | | | | |
|---|---|---------------------------------|------------|---------------------------------|
|  | | | Proceso | Cargar el archivo en la maquina |
| | | | Versión | 1 |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en steel framing | | | |
| Proceso | Cargar el archivo en la maquina | | | |
| Subprocesos | Mantenimiento diario de la maquina | | | |
| Objetivo | Ingresar detalladamente los elementos a producir | | | |
| Alcance | Desde: Entrega de los elementos a producir | | | |
| | Hasta: Instalación de los elementos a producir en el programa factory | | | |
| Proveedores | Área de diseño | | | |
| Disparador | Producción física del diseño realizado | | | |
| Insumos | Paneles por producir | | | |
| Productos | N/A | | | |
| Clientes internos | Área de producción | | | |
| Clientes Externos | N/A | | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa Megabuilder | | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | | |
| | Norma Ecuatoriana de la construcción | | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | | |
| Recursos | Talento Humano | Personal (1) | | |
| | Materiales | Pen Drive, aceites, lubricantes | | |
| | Tecnológicos | Software y hardware | | |
| | Financieros | N/A | | |
| Frecuencia | Diario | | | |
| Volumen | 19 casas/día | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de | Fuente |
| | | | | |

| | | | | |
|--|-----|-----|---------|-----|
| | | | cálculo | |
| | N/A | N/A | N/A | N/A |

| | | | | |
|---|---|--------------|---------|--------------------------|
|  | Ficha de caracterización | | Fecha | 30/10/2017 |
| | | | Proceso | Producción de perfilería |
| | | | Versión | 1 |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en Steel framing | | | |
| Proceso | Producción de perfilería | | | |
| Subprocesos | Mantenimiento post producción | | | |
| Objetivo | Producir de la manera más eficiente y rápida | | | |
| Alcance | Desde: Instalación de los paneles a producir | | | |
| | Hasta: Entrega de la perfilería al área de ensamble | | | |
| Proveedores | Área de diseño | | | |
| Disparador | Necesidad de producir | | | |
| Insumos | Aceites, lubricantes, acero, tinta. | | | |
| Productos | Perfiles de acero liviano | | | |
| Clientes internos | Área de ensablaje | | | |
| Clientes Externos | N/A | | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa Megabuilder | | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | | |
| | Norma Ecuatoriana de la construcción | | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | | |
| | Parámetros internos de la compañía Megabuilder | | | |
| Recursos | Talento Humano | Personal (2) | | |

| | | | | |
|--------------------------|---------------------|--|------------------------------------|-------------|
| | Materiales | maquinaria, puente grúa, fajas de carga, acero y tinta | | |
| | Tecnológicos | Framecad factory, conexión a internet | | |
| | Financieros | Amortización de maquinaria en 3 años | | |
| Frecuencia | Diaria | | | |
| Volumen | 19 casas/día | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de cálculo | Fuente |
| | Framecad Production | Día | Cantidad de acero producido al día | My framecad |

| | | | |
|---|---|---------|--------------------------------|
|  | Ficha de caracterización | Fecha | 30/10/2017 |
| | | Proceso | Ensamblaje y armado de paneles |
| | | Versión | 1 |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en Steel framing | | |
| Proceso | Ensamblaje y armado de paneles | | |
| Subprocesos | Transporte de paneles armados | | |
| Objetivo | Armar y emperrar los paneles de acuerdo al plano | | |
| Alcance | Desde: recepción de la perfilería | | |
| | Hasta: Transporte al área de producto terminado | | |
| Proveedores | Área de producción | | |
| Disparador | Producción de paneles terminados | | |
| Insumos | Perfiles, planos, tornillos | | |
| Productos | Paneles terminados | | |
| Clientes internos | Área de producto terminado | | |
| Clientes Externos | N/A | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa | | |

| | | | | |
|--------------------------|--|---|--|-----------------------------|
| | Megabuilder | | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | | |
| | Norma Ecuatoriana de la construcción | | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | | |
| | Parámetros internos de la compañía Megabuilder | | | |
| Recursos | Talento Humano | Personal (3) | | |
| | Materiales | Taladros apernadores, cinturón, guantes | | |
| | Tecnológicos | N/A | | |
| | Financieros | Amortización de los taladros, 6 centavos el perno | | |
| Frecuencia | Diaria | | | |
| Volumen | 19 casas diarias | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de cálculo | Fuente |
| | Productividad | Diaria | Cantidad de acero armado / tiempo empleado | Base de datos de la empresa |

| | | | |
|---|---|---------|--------------------|
|  | Ficha de caracterización | Fecha | 30/10/2017 |
| | | Proceso | Control de calidad |
| | | Versión | 1 |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en Steel framing | | |
| Proceso | Control de calidad | | |
| Subprocesos | Transporte en Reproceso al área de ensamble | | |
| Objetivo | Validar medidas y ensamble con los planos de diseño | | |
| Alcance | Desde: Sobre la marcha del ensamblado | | |
| | Hasta: Producto terminado | | |

| | | | | |
|--------------------------|---|--|---|-----------------------------|
| Proveedores | Toda la línea de producción | | | |
| Disparador | Brindar un producto de alta calidad | | | |
| Insumos | Normativas de calidad | | | |
| Productos | Paneles sin fallas | | | |
| Clientes internos | Área de producto terminado | | | |
| Clientes Externos | N/A | | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa Megabuilder | | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | | |
| | Norma Inen de calidad | | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | | |
| | Parámetros internos de la compañía Megabuilder | | | |
| Recursos | Talento Humano | Personal (1) | | |
| | Materiales | Flexómetro, calibrador, instrumentos de medida | | |
| | Tecnológicos | Hardware | | |
| | Financieros | N/A | | |
| Frecuencia | Diaria | | | |
| Volumen | 19 casas diarias | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de cálculo | Fuente |
| | Calidad | Diaria | Paneles sin defectos/ paneles producidos | Base de datos de la empresa |

| | | |
|--------------------------|---------|----------------|
| Ficha de caracterización | Fecha | 30/10/2017 |
| | Proceso | Almacenamiento |

| | | | | |
|---|---|--------------------------|--------------------|-----------------------|
|  | | | | de producto terminado |
| | | | | Versión |
| Macro proceso | Elaboración de viviendas estándar en Steel framing | | | |
| Proceso | Almacenamiento de producto terminado | | | |
| Subprocesos | Logística de carga del producto | | | |
| Objetivo | Almacenar adecuadamente para cargar al transporte | | | |
| Alcance | Desde: almacenamiento del producto terminado | | | |
| | Hasta: Cargar el producto al transporte | | | |
| Proveedores | Área de ensamble | | | |
| Disparador | Producción terminada | | | |
| Insumos | Panelería, y planos | | | |
| Productos | Paneles de acero liviano | | | |
| Cientes internos | N/A | | | |
| Cientes Externos | Contratista de instalación | | | |
| Políticas | Se cumplirán las políticas de calidad y de seguridad y salud organizacional propuestas por la empresa Megabuilder | | | |
| Controles | Constitución de la república del Ecuador | | | |
| | Norma Ecuatoriana de la construcción | | | |
| | Ley orgánica municipal (de cada municipio) | | | |
| | Normativa Internacional Americana (IBC) | | | |
| Recursos | Talento Humano | Personal (4) | | |
| | Materiales | Montacargas/ | | |
| | Tecnológicos | N/A | | |
| | Financieros | \$45/hora de montacargas | | |
| Frecuencia | Diaria | | | |
| Volumen | 19 casas diarias | | | |
| Indicadores de desempeño | Nombre | Frecuencia | Fórmula de cálculo | Fuente |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | Productividad | Diaria | número de casas/ tiempo empleado | Base de datos de la empresa |
|--|---------------|--------|-------------------------------------|-----------------------------|

4.6 Análisis de la relación de actividades

Anteriormente en este documento hemos hablado sobre los procesos, el flujo de los mismos y logramos detallar a fondo cada uno de ellos, sin embargo para poder lograr un flujo conjunto, para toda la organización es necesario incluir otros departamentos, servicios e instalaciones. Los materiales fluyen desde recepción de materia prima, hacia almacenamiento, producción, envío. Los documentos o la información fluyen entre oficinas, y por último las personas se mueven a lo largo de toda la organización. Es por esto que cada área debe ser situada de manera apropiada y que contengan relación con las demás. Por lo que a continuación se les va a exponer técnicas que ayudaran a establecer la ubicación optima de todo aquello que requiere un espacio físico.

- Diagrama de la relación de actividades.
- Hoja de trabajo.
- Diagrama adimensional de bloques.
- Análisis de flujo.

El objetivo de estas técnicas es satisfacer la mayor cantidad de relaciones importantes como sea posible, con la finalidad de crear una distribución eficiente.

4.6.1 Diagrama de relación de actividades

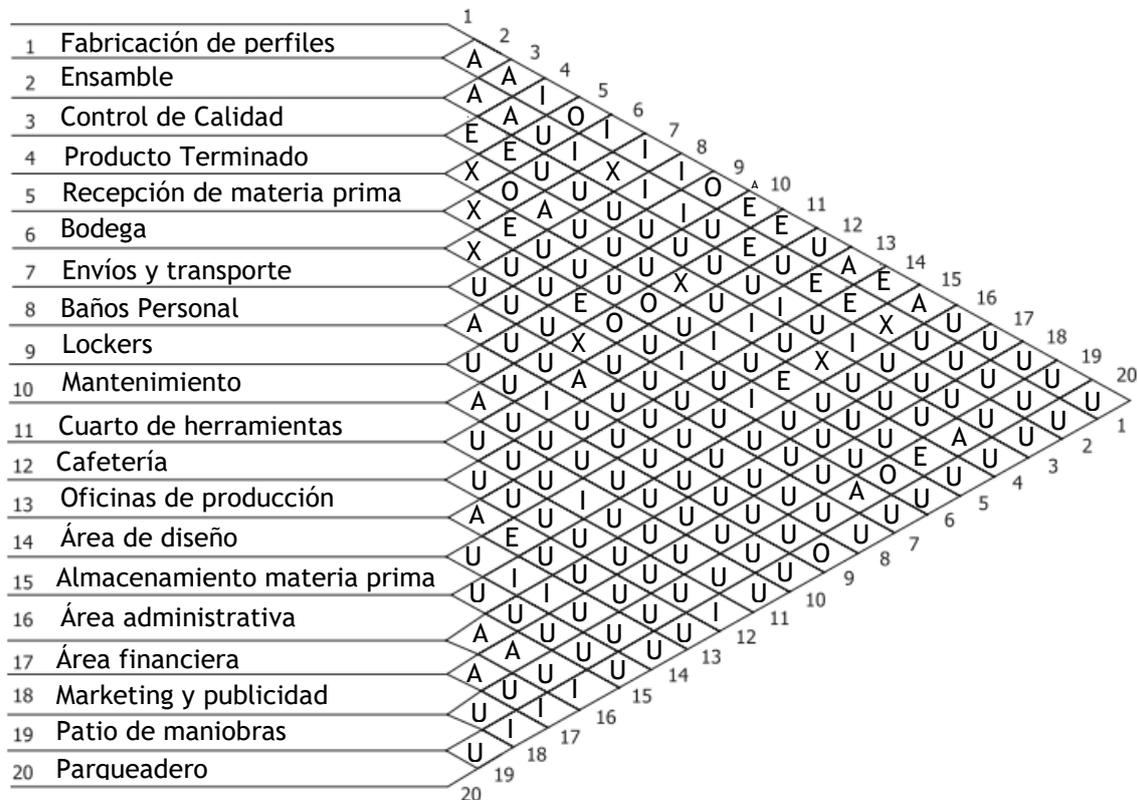
Este diagrama nos muestra las relaciones de cada área, con cualquier otro departamento, y nos genera la siguiente pregunta: ¿Qué tan importante es para esta área, estar cerca de otra área? Esta pregunta necesita ser planteada para cada departamento en cada una de sus relaciones. (Tabla 4.5) Para este diagrama se utilizan códigos de cercanía que reflejan la importancia de cada relación. Los códigos son los siguientes (Figura 32)

| Código | Definición |
|--------|---|
| A | Absolutamente necesario que estos dos departamentos estén uno junto al otro |
| E | Especialmente importante |
| I | Importante |
| O | Ordinariamente importante |
| U | Sin importancia |
| X | No deseable |

Figura 32. Códigos de relación

Tabla 8.

Diagrama de relación de actividades



4.6.2 Hoja de trabajo

Una vez realizado el diagrama de relación de actividades se prosigue con la hoja de trabajo, que es la que va a reemplazar al diagrama anterior, esta nos da una mejor visualización de los códigos que usamos anteriormente, es decir que enlistamos las actividades y ubicamos el número de las otras actividades en cada uno de los códigos correspondientes, logrando así que el grado de

cercanía de cada actividad con las otras muestren las mismas relaciones que el diagrama de relación de actividades. (Tabla 9)

Tabla 9.

Hoja de trabajo

| <i>Actividad</i> | | <i>Grado de cercanía</i> | | | | | |
|------------------|----------------------------|--------------------------|---------------|----------------|-------------|---|-------------|
| | | A | E | I | O | U | X |
| 1. | Fabricación de perfiles | 2,3,13,1 5 | 10,11, 14 | 4,6,7, 8 | 5,9 | 12,16,17,18,19, 20 | |
| 2. | Ensamble | 1,3,4 | 11,13, 14 | 6,8,9 | | 5,10,12,16,17,1 8, 19,20 | 7,15 |
| 3. | Control de calidad | 1,2 | 4,5 | 13,15 | | 6,7,8,9,10,11,1 2,14, 16,17,18,19,20 | |
| 4. | Producto terminado | 2,7,19 | 3 | 1,13 | 6 | 8,9,10,12,14,16 ,17, 18,20 | 5,11, 15 |
| 5. | Recepción de materia prima | | 3,7,15, 19 | 13 | 1,11 | 2,8,9,10,12,14, 16,17, 18,20 | 4,6 |
| 6. | Bodega | | 10 | 1,2,1 3, 15 | 4,11, 19 | 3,8,9,12,14,16, 17,18, 20 | 5,7 |
| 7. | Envíos y transporte | 4,19 | 5,10 | 1 | | 3,8,9,10,12,13, 14,15, 16,17,18,20 | 2,6,1 1 |
| 8. | Baños personal | 9,12 | | 1,2 | | 3,4,5,6,7,10,11, 13, 14,15,16,17,18, 19,20 | |
| 9. | Lockers | 8 | | 2,12 | 1,20 | 3,4,5,6,7,10,11, 13,14, 15,16,17,18,19 | |
| 10 | Mantenimiento | 11 | 1,6 | | | 2,3,4,5,7,8,9,12 ,13,14, | |

| | | | | | | | |
|----|--|-------|------|-----------------|-----|--|-----|
| | | | | | | 15,16,17,18,19, 20 | |
| 11 | Cuarto de herramientas | 10 | 1,2 | 15 | 5,6 | 3,8,9,12,13,14, 16,17, 18,19,20 | 4,7 |
| 12 | Cafetería | 8 | | 9,20 | | 1,2,3,4,5,6,7,10 ,11,13, 14,15,16,17,18, 19 | |
| 13 | Oficinas de producción | 1,14 | 2,15 | 3,4,5, 6, 12 | | 7,8,9,10,11,12, 16,17, 18,19,20 | |
| 14 | Área de diseño | 13 | 1,2 | 16,17 | | 3,4,5,6,7,8,9,10 ,11,12, 15,18,19,20 | |
| 15 | Almacenam iento materia prima | 1 | 5,13 | 3,6,1 1 | | 7,8,9,10,12,14, 16,17, 18,19,20 | 2,4 |
| 16 | Área administrati va | 17,18 | | 14,20 | | 1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10, 11,12,13,15,19 | |
| 17 | Área financiera | 16,18 | | 14,20 | | 1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10, 11,12,13,15,19 | |
| 18 | Marketing y publicidad | 16,17 | | 20 | | 1,2,3,4,5,6,7,8, 9,10, 11,12,13,14,15, 19 | |
| 19 | Patio de maniobras | 4,7 | 5 | | 6 | 1,2,3,8,9,10,11, 12,13, 14,15,16,17,18, 20 | |
| 20 | Parqueader | | | 12,16 | 9 | 1,2,3,4,5,6,7,8, | |

| | | | | | | | |
|---|---|--|--|------------|--|-----------------------|--|
| . | o | | | ,17,1 8 | | 10,11, 13,14,15,19 | |
|---|---|--|--|------------|--|-----------------------|--|

4.6.3 Diagrama de bloques adimensionales

Posteriormente realizamos el diagrama adimensional de bloques, que no es más que el primer intento de distribución, y por consiguiente es el resultado de las dos técnicas anteriores, se le conoce como "adimensional" debido a que todas las áreas son iguales, pero es la base para hacer una distribución maestra.

Es importante que se obedezcan los códigos y así se obtendrá una buena distribución, es por eso que una vez logrado este diagrama dimensional se prosiga con caracterizar cada uno de los departamentos y lograr una distribución más real.

Lo que hicimos en esta técnica fue realizar 20 cuadrados (número de áreas) del mismo tamaño, y numerarlos en la mitad de la figura, posteriormente a cada una de las esquinas se le denomina con un código: esquina superior izquierda es el código A, esquina superior derecha el código E, esquina inferior izquierda es el código I, esquina inferior derecha es el código O, y por último en el centro y abajo del número que denota el área, se encuentra el código X. el código U se omite en este diagrama.

Una vez que se tengan todos los cuadrados con sus respectivos códigos, se prosigue a ubicarles de tal forma que cumplan con la mayor cantidad de restricciones y respetando la importancia de cada código, tal y como se muestra a continuación. (Figura 33)

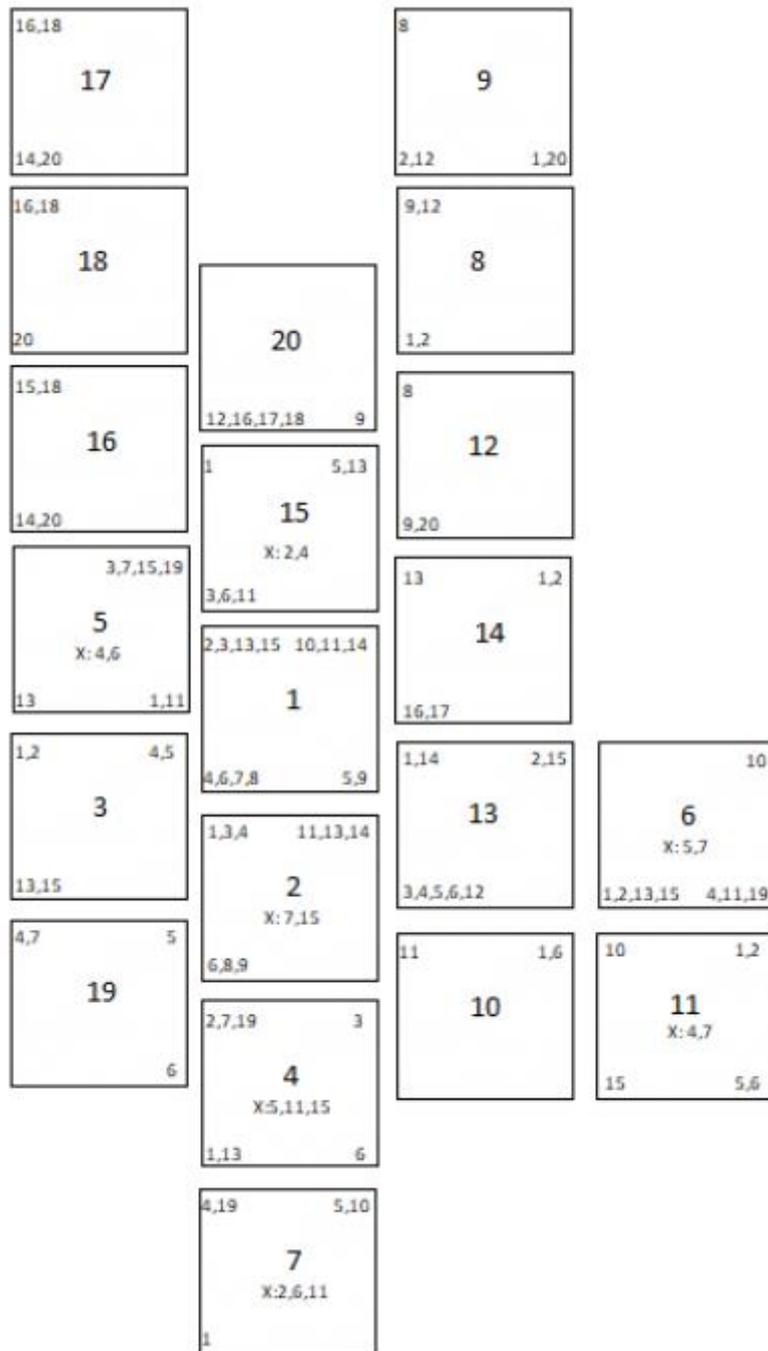


Figura 33 Diagrama adimensional de bloques

4.6.4 Análisis de flujos

Por último se realiza el análisis de flujo en el diagrama adimensional de bloques, en este caso vamos a realizar un análisis de flujo de material y un análisis de flujo de personal, y esto nos garantizará que se mantengan las relaciones importantes en nuestro diagrama. (Figuras 34 y 35)

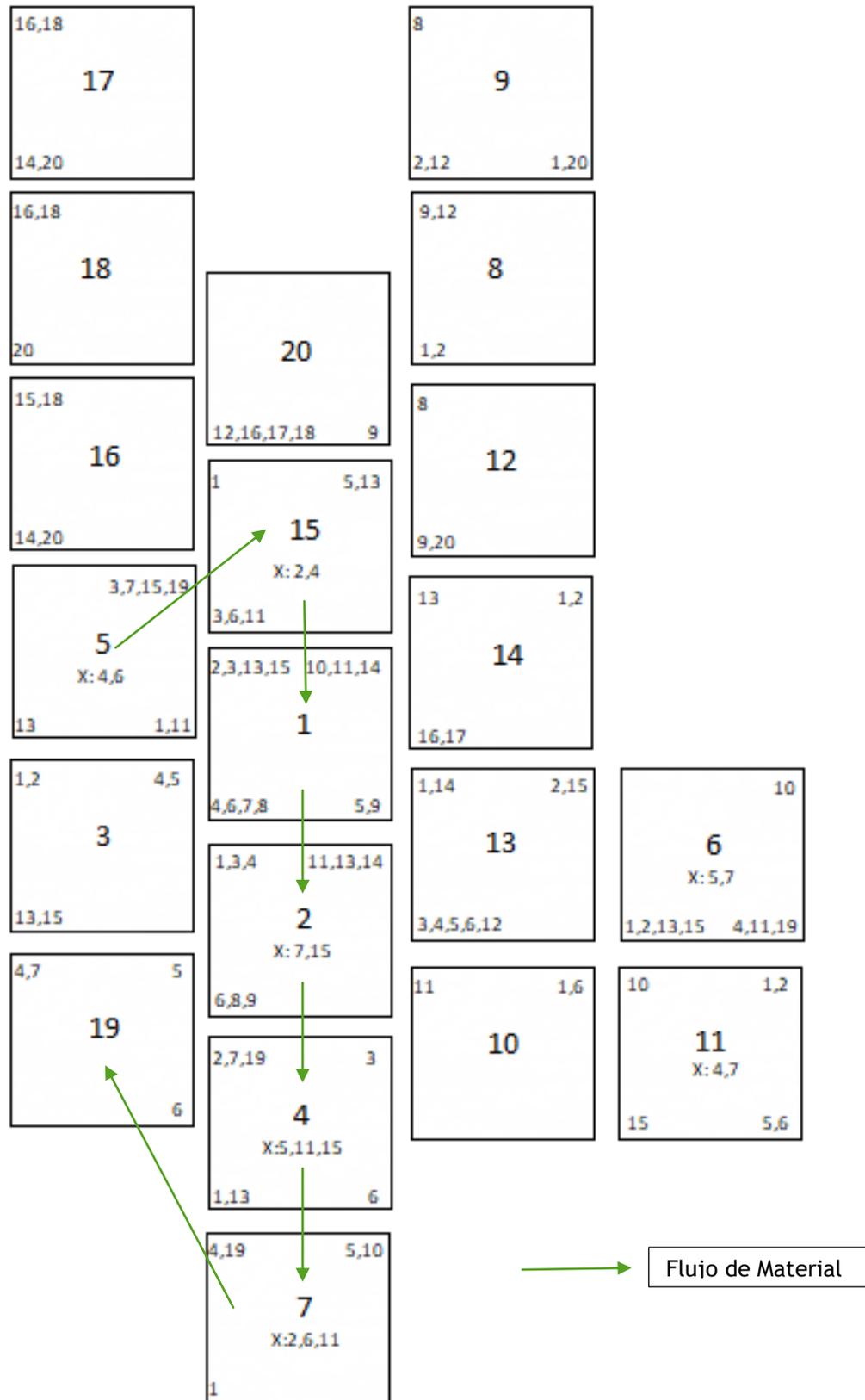


Figura 34. Análisis de flujo de material

4.7 Caracterización de cada departamento

Con la hoja de trabajo y el diagrama adimensional de bloques, es posible dividir el galpón en las áreas, y dando los requerimientos de cada departamento es posible obtener dimensiones para lograr un diseño más real, ya no adimensional, sino más cercano a la realidad. En la tabla a continuación se puede observar las necesidades de cada departamento, las dimensiones y el área. (Tabla 10)

Tabla 10.

Caracterización de cada departamento

| Numero | Departamento | Dimensiones | Área |
|--------|----------------------------|--------------|-----------------------|
| 1 | Fabricación de perfiles | Largo: 16 m | A: 56 m ² |
| | Maquina F325iT | | |
| | Decoiler | Ancho: 3,5 m | |
| | 1 persona | | |
| 2 | Ensamble | Largo: 10 m | A: 100 m ² |
| | Mesa de armado | Ancho: 10 m | |
| | Racks | | |
| | 3 personas | | |
| 3 | Control de calidad | Largo: 3,5 m | A: 7 m ² |
| | Escritorio | Ancho: 2 m | |
| | Herramientas de medición | | |
| | 1 persona | | |
| 4 | Producto terminado | Largo: 25 m | A: 250 m ² |
| | Racks | Ancho: 10 m | |
| | Racks de almacenaje | | |
| | 2 personas | | |
| 5 | Recepción de materia prima | Largo: 10 m | A: 40 m ² |
| | Herramientas de trabajo | Ancho: 4 m | |
| | Montacargas | | |
| | 1 persona | | |
| 6 | Bodega | Largo: 3 m | A: 7,5 m ² |

| | | | |
|----|-----------------------------|--------------|---------------|
| | Racks de almacenaje | | |
| | Herramientas varias | Ancho: 2,5 m | |
| | 1 persona | | |
| 7 | Envíos y transporte | Largo: 4m | A: 40 m2 |
| | Racks | | |
| | Montacargas | Ancho: 10 m | |
| | 4 personas | | |
| 8 | Baños personal | Largo: 3 m | A: 18 m2 |
| | 2 retretes | | |
| | 2 urinarios | Ancho: 6 m | |
| | 4 personas | | |
| 9 | Lockers | Largo: 3 m | A: 18 m2 |
| | Vestidores | | |
| | Canceles | Ancho: 6 m | |
| | 8 personas | | |
| 10 | Mantenimiento | Largo: 2,5 m | A: 3,75 m2 |
| | Herramientas varias | | |
| | Consumibles | Ancho: 1,5 m | |
| | 2 personas | | |
| 11 | Cuarto de herramientas | Largo: 2,5 m | A: 3,75 m2 |
| | Herramientas varias | | |
| | | Ancho: 1,5 m | |
| | 1 persona | | |
| 12 | Cafetería | Largo: 4,5 m | A: 13,5 m2 |
| | Mesa de 8 personas | | |
| | mueble de electrodomésticos | Ancho: 3 m | |
| | 8 personas | | |
| 13 | Oficinas de producción | Largo: 4 m | A: 14 m2 |
| | Escritorio | | |
| | Baño compartido con diseño | Ancho: 3,5 m | |
| | 1 persona | | |

| | | | |
|------------|--------------------------------|--------------|------------------------|
| 14 | Área de diseño | Largo: 4 | A: 14 m ² |
| | Escritorio | | |
| | Baño compartido con producción | Ancho: 3,5 m | |
| | 1 persona | | |
| 15 | Almacenamiento materia prima | Largo: 18 m | A: 180 m ² |
| | Racks | Ancho: 10 m | |
| | Puente grúa | | |
| | 2 personas | | |
| 16 | Área administrativa | Largo: 7 m | A: 24,5 m ² |
| | Escritorio | | |
| | Baño | Ancho: 3,5 m | |
| | mesa de reuniones | | |
| 17 | Área financiera | Largo: 3,5 | A: 7 m ² |
| | Escritorio | | |
| | Baño compartido con marketing | Ancho: 2 | |
| | 1 persona | | |
| 18 | Marketing y publicidad | Largo: 3,5 | A: 7 m ² |
| | Escritorio | | |
| | Baño compartido con finanzas | Ancho: 2 | |
| | 1 persona | | |
| 19 | Patio de maniobras | Largo: 25 m | A: 250 m ² |
| | Camiones | | |
| | | Ancho: 10 m | |
| | 6 personas | | |
| 20 | Parqueadero | Largo: 25 m | A: 250 m ² |
| | 10 carros | | |
| | | Ancho: 10 m | |
| | | | |
| Total Área | | | 1264 m ² |

4.8 Software de diseño

Una vez que se ha realizado una caracterización de cada uno de los departamentos, podemos realizar un diseño en un software, para este documento se eligió el software "Autocad Architecture" de la casa "Autodesk" el cual nos permite realizar un diseño en planta y posteriormente hacerle en tres dimensiones, esta plataforma es muy útil cuando se trata de realizar diseños de fábricas, ya que tiene un sin número de bibliotecas que contienen la maquinaria, en nuestro caso las dobladoras y perforadoras de acero conformado en frío, todas estas funciones hacen que sea el software adecuado para el diseño de la línea de producción.

Primeramente se decidió hacer un modelo que contengan las áreas de la caracterización de los departamentos, ubicándoles de la manera más similar a la del diagrama de bloques adimensionales. (Figura 36 y 37)

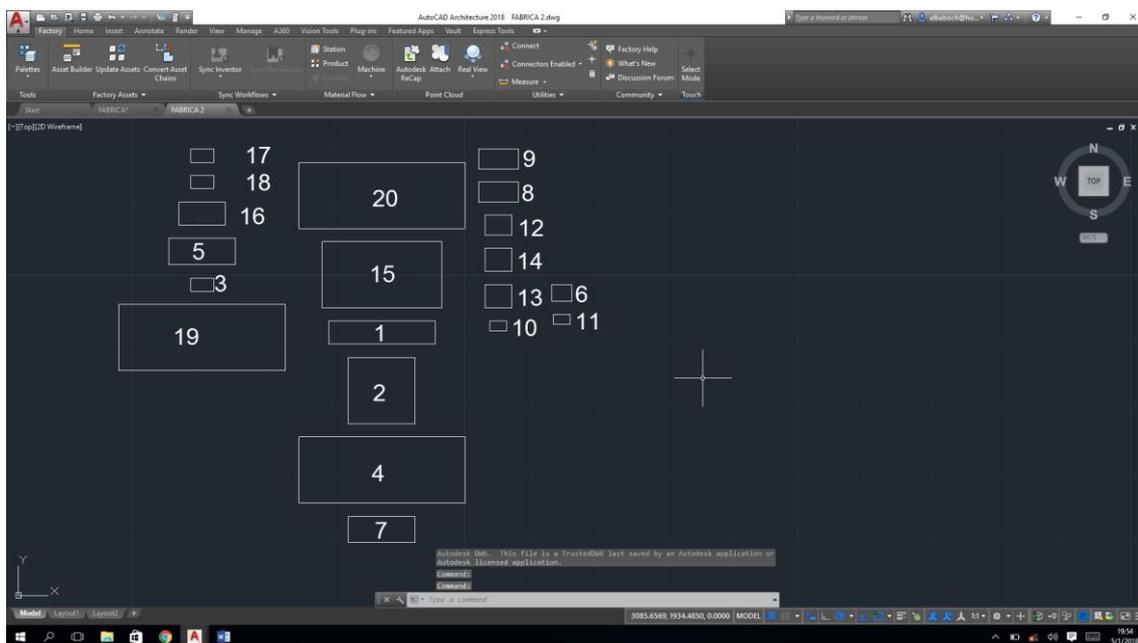


Figura 36. Áreas de caracterización de departamentos

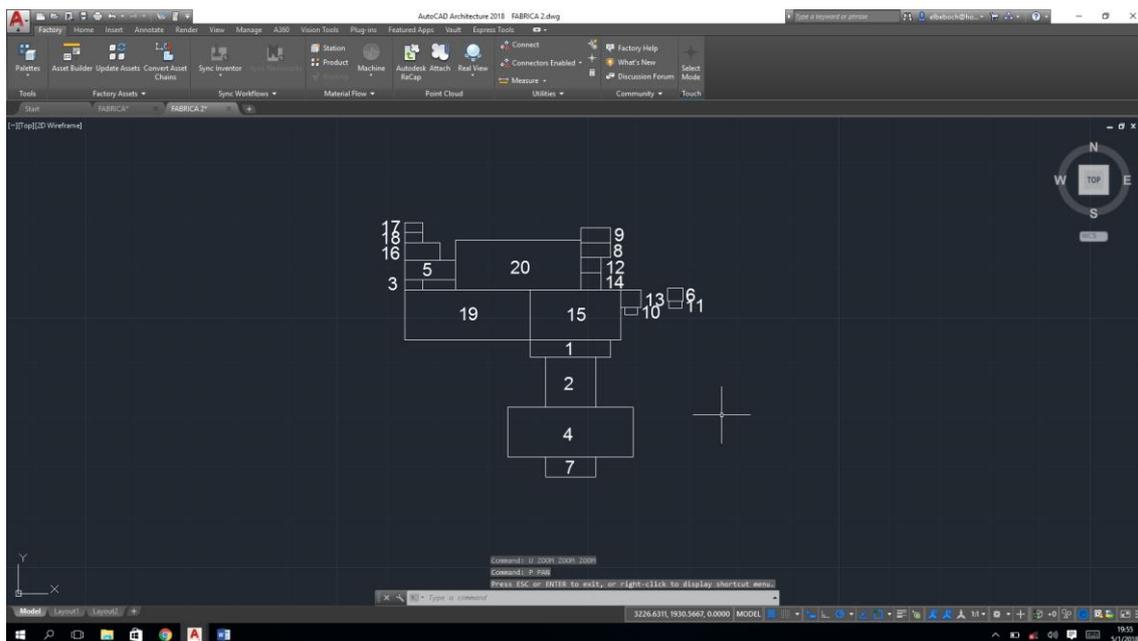


Figura 37. Áreas ubicadas en relación al diagrama de bloques

Como nos podemos dar cuenta, la distribución de la planta está integrada por todos sus sectores y departamentos, sin desperdicio de tiempos o de manejo de materiales, cabe recalcar que debido a la falta de espacio, se tuvo que optar por esta distribución, ya que no viene a ser un problema porque el flujo del proceso no es complicado y tiene una forma lineal.

Una vez elaborada la distribución de la planta con todos los departamentos, procedimos a centrarnos en el área de producción, donde en el diseño se intentó hacerle lo más real posible, sin embargo no existen en las bibliotecas las maquinas necesarias, no obstante escogimos las más similares para la programación de las mismas y con los indicadores de desempeño (transporte y maquina) pudimos simular un diseño bastante acercado a la realidad. (Figuras 38 y 39)

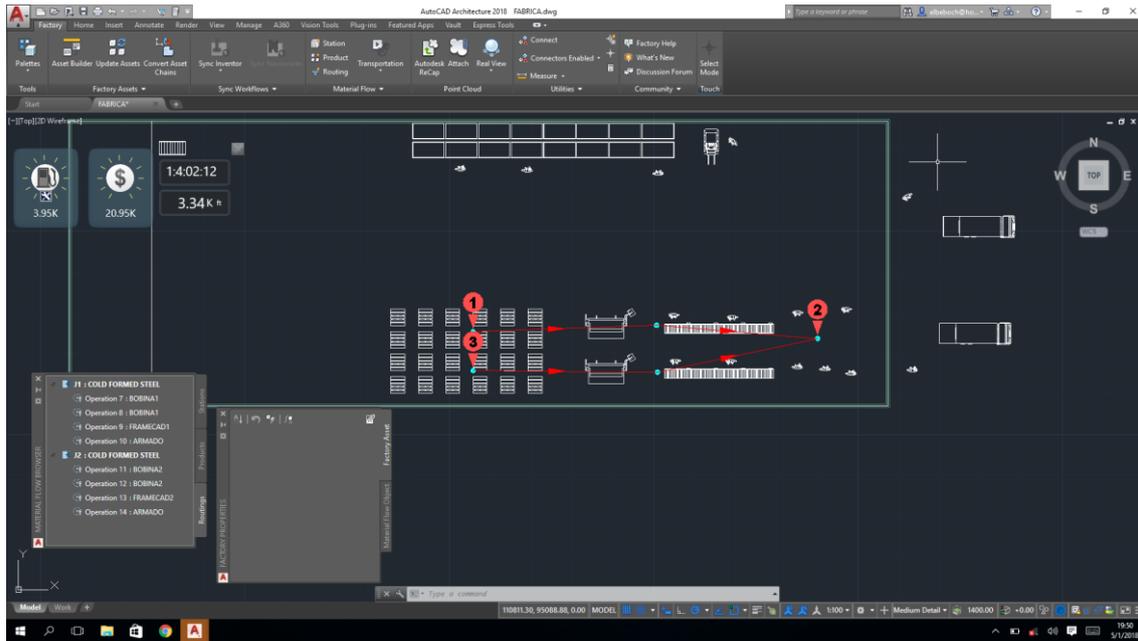


Figura 38. Aplicación del Factory transportation

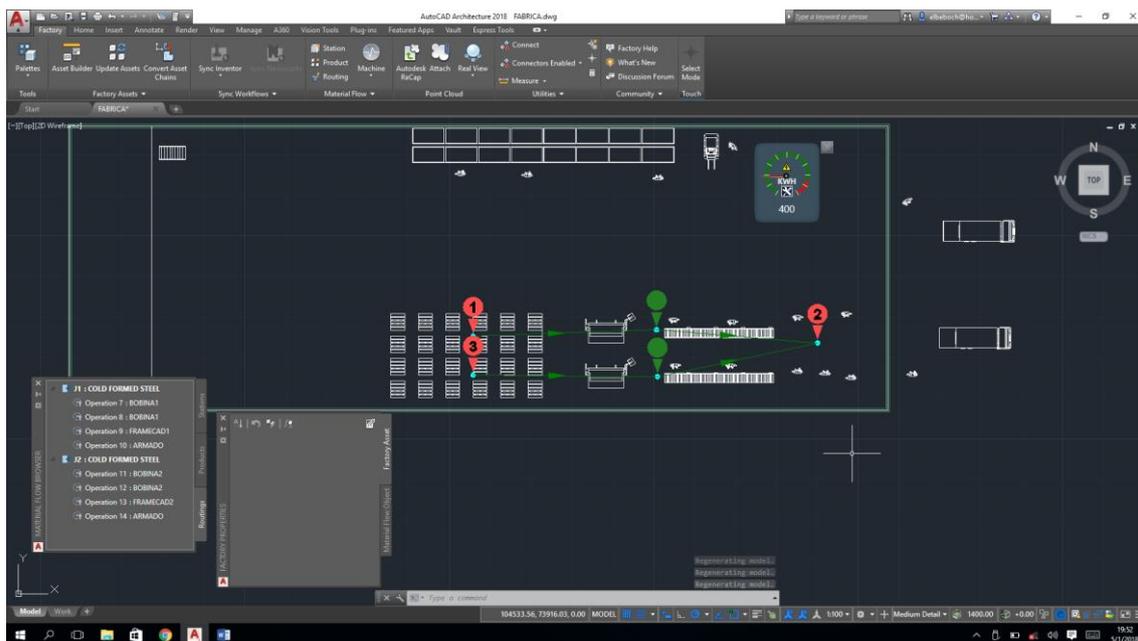


Figura 39. Aplicación del Factory machine

Una vez finalizado el diseño en dos dimensiones, decidimos exportarlo a tres dimensiones, dando un aspecto más real y visual. (Figura 40)

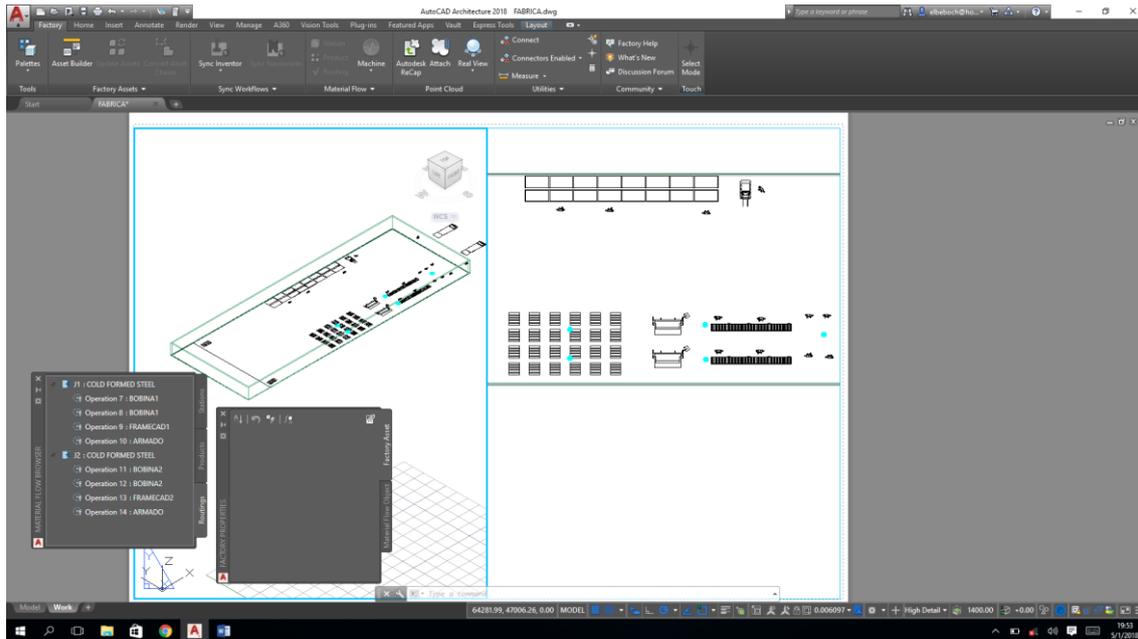


Figura 40. Diseño de la línea en 3D

5 Análisis Económico

Para este STEEL documento se decidió hacer un análisis económico aproximativo de todo lo utilizado para el diseño de la línea, este análisis tuvo que hacerse aparte a la empresa Megabuilder S.A., ya que no tuvimos la apertura de la misma para ingresar a sus finanzas, es por eso que decidimos realizar una base financiera creada con valores estimativos pero lo más cercanos a la realidad, investigando en las entidades nacionales e internacionales.

En este análisis económico primeramente realizamos un resumen de inversiones, que nos muestra todo lo que tenemos que invertir para formar la empresa, dividido en el capital propio de trabajo y en préstamo con la CFN (Tabla 11)

Tabla 11

Resumen de inversiones

Fábrica de Producción de acero liviano**Inversiones****Resumen de Inversiones**

| Item | Descripción | Costo Total |
|--------------------------|------------------------------|------------------------|
| 1 | Terrenos y Adecuaciones | \$ 250.000,00 |
| 2 | Construcciones-Obras Civiles | \$ 228.589,00 |
| 3 | Maquinaria y Equipo | \$ 871.000,00 |
| 4 | Instalación y Montaje | \$ 117.850,00 |
| 5 | Muebles y Equipo de Oficina | \$ 29.900,00 |
| 6 | Vehículos | \$ 137.000,00 |
| 7 | Equipo de Servicio | \$ 13.500,00 |
| 8 | Equipo de control de calidad | \$ 5.200,00 |
| 9 | Intangibles | \$ 41.500,00 |
| Total | | \$ 1.694.539,00 |
| 10 | Imprevistos (5%) | \$ 73.297,50 |
| Total Inversiones | | \$ 1.767.836,50 |

| | |
|------------------------|-----------------------|
| CAPITAL PROPIO | \$1.149.093,73 |
| PRÉSTAMO CFN | \$618.742,78 |
| TOTAL INVERSIÓN | \$1.767.836,50 |

En la tabla anterior se puede ver la incidencia de cada ítem en el total de inversiones, que se puede encontrar detallado en el anexo 3.

Posteriormente realizamos un análisis de costos y gastos de nuestra empresa, que se detalla los gastos anuales con respecto a las 5000 casas que se realizarán anualmente. (Tabla 12)

Tabla 12.

Resumen de costos y gastos

Fábrica de Producción de acero liviano**Costos y Gastos****Resumen de Costos y Gastos Anuales**

| Cantidad total | | 5.000 Casas | |
|---|--|-------------------------|--------------------|
| Item | Descripción | Costo Total | Costo Unitario |
| Costos Directos | | \$ 8 987 411,20 | \$ 1 797,48 |
| 1 | Materiales Directos | \$ 8 934 611,20 | \$ 1 786,92 |
| 2 | Mano de Obra Directa | \$ 52 800,00 | \$ 10,56 |
| Costos Indirectos | | \$ 667 065,13 | \$ 133,41 |
| 1 | Materiales Indirectos | \$ 6 600,00 | \$ 1,32 |
| 2 | Mano de Obra Indirecta | \$ 54 000,00 | \$ 10,80 |
| 3 | Servicios Básicos | \$ 13 500,00 | \$ 2,70 |
| 4 | Mantenimiento de Maquinaria y Equipo | \$ 150 650,00 | \$ 30,13 |
| 5 | Seguros | \$ 70 989,12 | \$ 14,20 |
| 6 | Imprevistos | \$ 371 326,01 | \$ 74,27 |
| Gastos de Administración y Generales | | \$ 166 714,73 | \$ 31,34 |
| 1 | Personal | \$ 144 000,00 | \$ 28,80 |
| 2 | Materiales y Útiles de Oficina | \$ 7 000,00 | \$ 1,40 |
| 3 | Depreciaciones y Amortizaciones | \$ 5 714,73 | \$ 1,14 |
| 4 | CAPACITACION | \$ 10 000,00 | \$ 2,00 |
| Gastos de Ventas | | \$ 649 092,00 | \$ 129,82 |
| 1 | Personal de ventas | \$ 54 000,00 | \$ 10,80 |
| 2 | Propaganda y Promoción | \$ 549 828,00 | \$ 109,97 |
| 3 | Otros Gastos (costos otros requerimientos) | \$ 45 264,00 | \$ 9,05 |
| Gastos Financieros | | \$ 749 225,67 | \$ - |
| Total Costos y Gastos Anuales | | \$ 11 219 508,73 | \$ 2 092,06 |

Como podemos ver este análisis se generó en costo total y en costo unitario de cada una de las viviendas, que nos permite ver todos los costos y gastos distribuidos en toda nuestra demanda anual, en cada uno de los ítems se generó una tabla que se puede visualizar en el anexo 3.

Siguiendo el análisis económico nos encontramos con el estado de pérdidas y ganancias, aquí en esta tabla (Tabla 13) podemos visualizar las ventas anuales propuestas por nuestra demanda, sin generar crecimiento ya que la demanda es a 3 años. Se genera una utilidad anual y un rendimiento sobre la inversión y un rendimiento sobre el capital.

Tabla 13.

Estado de pérdidas y ganancias

Fábrica de Producción de acero liviano
Estado de Pérdidas y Ganancias

| | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Ingresos | \$ 13 745 700,00 | \$ 13 745 700,00 | \$ 13 745 700,00 |
| Ventas | \$ 13 745 700,00 | | |
| Otros Ingresos | \$ - | | |
| Costos de Producción | \$ 9 654 476,33 | \$ 9 654 476,33 | \$ 9 654 476,33 |
| Utilidad Bruta | \$ 4 091 223,67 | \$ 4 091 223,67 | \$ 4 091 223,67 |
| Gastos de Operación | \$ 815 806,73 | \$ 815 806,73 | \$ 815 806,73 |
| Gastos de Ventas | \$ 649 092,00 | | |
| Gastos de Administración y Generales | \$ 166 714,73 | | |
| Utilidad de Operación | \$ 3 275 416,94 | \$ 3 275 416,94 | \$ 3 275 416,94 |
| Gastos Financieros | \$ 195 284,40 | \$ 195 284,40 | \$ 195 284,40 |
| Utilidad Antes de Impuestos | \$ 3 080 132,54 | \$ 3 080 132,54 | \$ 3 080 132,54 |
| Impuesto Sobre la Renta | 25% | \$ 770 033,13 | \$ 770 033,13 |
| Utilidad Neta | \$ 2 310 099,40 | \$ 2 310 099,40 | \$ 2 310 099,40 |

| | |
|--------------------------------------|------|
| Rendimiento Sobre la Inversión (ROI) | 1,36 |
| Rendimiento Sobre el Capital (ROE) | 2,02 |

| Q (cantidad) | \$ |
|--------------|---------------|
| 5.000 | 13.745.700,00 |

| | |
|-------------|----------------|
| \$ 1.550,92 | costo unitario |
|-------------|----------------|

| | |
|-------------|------------|
| \$ 2.749,14 | pv publico |
|-------------|------------|

Como nos muestra la tabla anterior el proyecto es rentable completamente, con unas tasas de rendimiento optimas y positivas.

Por último incluimos un análisis de factibilidad del proyecto con un valor actual neto, y una tasa interna de retorno que esto nos muestra si el proyecto es rentable o no (Tabla 14 y 15)

Tabla 14.

Análisis de Factibilidad 1

Análisis de Factibilidad

| | |
|---------------------------------|--------|
| % Deuda | 35% |
| % Capital propio | 65% |
| Tasa de interés | 11,23% |
| Impuesto sobre la renta | 25% |
| Beta de la industria apalancada | 0,91 |
| Tasa libre de riesgo | 5,24% |
| Premio por riesgo | 9,70% |
| Riesgo país | 9,26% |
| Tasa de descuento (WACC) | 18,11% |

| Descripción | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 |
|--|--------------------------|---------------------|------------------------|------------------------|
| Utilidad antes de intereses e impuestos (EBIT) | | \$ 3 275 416,94 | \$ 3 275 416,94 | \$ 3 275 416,94 |
| - Impuesto sobre la renta (ISR) | | \$ 770 033,13 | \$ 770 033,13 | \$ 770 033,13 |
| + Depreciación | | \$ 15 614,73 | \$ 15 614,73 | \$ 15 614,73 |
| - Variación del capital de trabajo | | \$ 2 424 610,93 | | |
| - Inversión | \$ 1 476 594,56 | | | |
| Flujo Libre de Fondos | \$ (1 476 594,56) | \$ 96 387,61 | \$ 2 520 998,53 | \$ 2 520 998,53 |

| | | Proyecto rentable |
|-------------------------------|-----------------|-------------------|
| Valor Actual Neto (VAN) | \$ 4 037 987,63 | SI |
| Tasa Interna de Retorno (TIR) | 68,28% | SI |
| Beneficio Costo (B/C) | 3,73 | SI |

Tabla 15.

Análisis de factibilidad 2

| CONCEPTO | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| UTILIDAD EN OPERACIÓN | 3.080.133 | 3.080.133 | 3.080.133 | 3.080.133 |
| DEPRECIACIONES Y AMORTIZACIONES | - | - | - | - |
| | 770.033 | 770.033 | 770.033 | 770.033 |
| IMPUESTO A LA RENTA | 770.033 | 770.033 | 770.033 | 770.033 |
| FLUJO DE CAJA OPERATIVO NOMINAL | 1.540.066,27 | 1.540.066,27 | 1.540.066,27 | 1.540.066,27 |
| TASA PERTINENTE DE DESCUENTO (EN %) | 0,15 | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| FACTOR DE VALOR ACTUAL A LA TASA Kp | 0,869279 | 0,869279 | 0,869279 | 0,869279 |
| VALOR ACTUAL DE LOS FLUJOS DE CAJA | 1.338.747 | 1.163.745 | 1.011.619 | 879.379 |
| FLUJOS DE CAJA ACUMULADOS | 1.338.747 | 2.502.492 | 3.514.111 | 4.393.489 |
| SUMA DE LOS FLUJOS DE CAJA ACTUALIZADOS | 4.393.489 | PROYECTO | | |
| INVERSION DEL PROYECTO | 1.767.837 | RENTABLE | | |
| VALOR ACTUAL NETO (VAN) | 2.625.653 | SI | | |
| RELACION BENEFICIO / COSTO (B/C) | 2,49 | SI | | |
| TASA INTERNA DE RETORNO (TIR) (%) | 78,54% | SI | | |

Como podemos observar el proyecto es muy factible para realizarse y que va a producir una rentabilidad a la empresa Megabuilder S.A., es por eso que el diseño realizado se puede corroborar con este análisis.

6. Conclusiones y Recomendaciones

6.1 Conclusiones

En conclusión el diseño de una línea de producción mediante la gestión por procesos comprende de muchas herramientas, técnicas y métodos; para que este se pueda lograr. Ya que el conjunto de todos estos elementos hacen que se pueda optimizar los recursos al máximo y que se cumpla con el objetivo establecido, en este caso la demanda.

A lo largo de este documento analizamos e identificamos los factores ya sean internos o externos que influyen en el proceso de producción de paneles, para este análisis usamos herramientas como tablas de procesos, caracterización de procesos, VSM, y técnicas lean, que hacen que el proceso sea más esbelto, óptimo y confiable. Por lo tanto el identificar y analizar los factores nos condujo a un mejor diseño.

Otro parámetro que se trató fue el de la disminución de tiempos de producción y de esperas, que identificamos con las tablas de procesos y pudimos mejorar con las acciones propuestas en el VSM, ya que al realizar una comparación entre los dos se observaron buenos resultados que conjunto a la simulación se pudieron corroborar.

Por último propusimos un diseño completo de la línea de producción, eficiente en lo que respecta al flujo de material y con un diseño basado en técnicas y softwares, que a su vez nos dejó visualizar los resultados que fueron favorables.

6.2 Recomendaciones

Es importante usar herramientas adicionales para levantar los procesos, para poder determinar la causa raíz de los problemas. Para que de esta manera respondan a todos los posibles defectos. Herramientas como la técnica de los 5 ¿por qué's?, diagrama de espina de pescado, ley de Pareto, diagrama del árbol, causa efecto, entre otros.

Para investigaciones futuras que se utilice análisis de procesos y tiempos se recomienda que previo a su aplicación exista una introducción de las

herramienta para concientizar a los participantes de la empresa la importancia de la información que se obtiene y el provecho que la empresa puede tomar de él. De lo contrario, este esfuerzo pierde propósito, pues no se identifican todos los factores de cada proceso, solo se llega a un análisis superficial.

Los parámetros y los criterios utilizados para levantar procesos y diseñar la línea deben responder a las características de la empresa. Se puede utilizar como base criterios utilizados en otros estudios, pero siempre adaptarlos a los procesos, recursos, tamaño, etc. de la organización. De esta manera todos estos parámetros son aplicables y ajustables a las soluciones propuestas.

Hay que tomar en cuenta para el diseño de una línea son necesarios softwares de simulación y diseño, recomiendo en un futuro enfocar las materias impartidas en la universidad hacia los softwares, ya que hoy en día son las herramientas más importantes y de mayor ayuda.

Referencias

- Arialys Hernández-Nariño, Alberto Medina-León, Dianelys Nogueira-Riverac, Ernesto Negrín-Sosad & Maylin Marqués-León; (2014). La caracterización y clasificación de sistemas, un paso necesario en la gestión y mejora de procesos. pp. 193-200. Medellín.
- Auccapure, Lume V. (2017). Balanceo de líneas o balance de líneas. Academia. Recuperado el 21 de noviembre del 2017 de <http://www.academia.edu>
- Díaz B., Jarufe B. y Noriega M.T. (2008). Disposición de planta, segunda edición. Fondo Editorial Universidad de Lima, Perú.
- Dounce Villanueva, Enrique. (2014) La productividad en el mantenimiento industrial (3a. ed.). México, D.F., MX: Grupo Editorial Patria.
- Escalona Moreno, Iván. (2009) Ingeniería de métodos: métodos y diseños del trabajo. Córdoba, AR: El Cid Editor 2009.
- Framecad. (2016). *Products & Services. New Zeland*: Framecad. Recuperado el 30 de noviembre de 2017 de <https://www.framecad.com/en/products-services/construction/sub-assemblies/internal-walls-ceilings>
- Fred E. Meyers, Matthew P. Stephens. (2006). Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales. (Tercera edición). México, Pearson educación.
- Hill, N. (1997). Las llaves del éxito de Napoleón Hill: los 17 principios del triunfo personal (Vol. 60). Edaf.
- Jorajuría Mauricio, Servente Florencia. (2015). *Steel framing* y sus principales usos en Uruguay. Uruguay. Recuperado el 15 de octubre del 2017 de: <http://www.fadu.edu.uy/>
- Lopez, Carlos. (2001). El estudio de tiempos y movimientos. Gestipolis. Recuperado el 18 de noviembre de 2017 de <https://www.gestipolis.com/el-estudio-de-tiempos-y-movimientos/>
- Luis Socconini (2016). *Lean Six sigma Yellow Belt* para la excelencia en los negocios. (2da Edición). México, Alfaomega grupo editor.

Luis Socconini (2013). *Lean Company*, más allá de la manufactura. (1ra Edición). México, Norma ediciones.

Máximo Leyva, David Mauricio y Julio Salas. (2013). Una taxonomía del problema de distribución de planta por procesos y sus métodos de solución. Sistema de información científica.

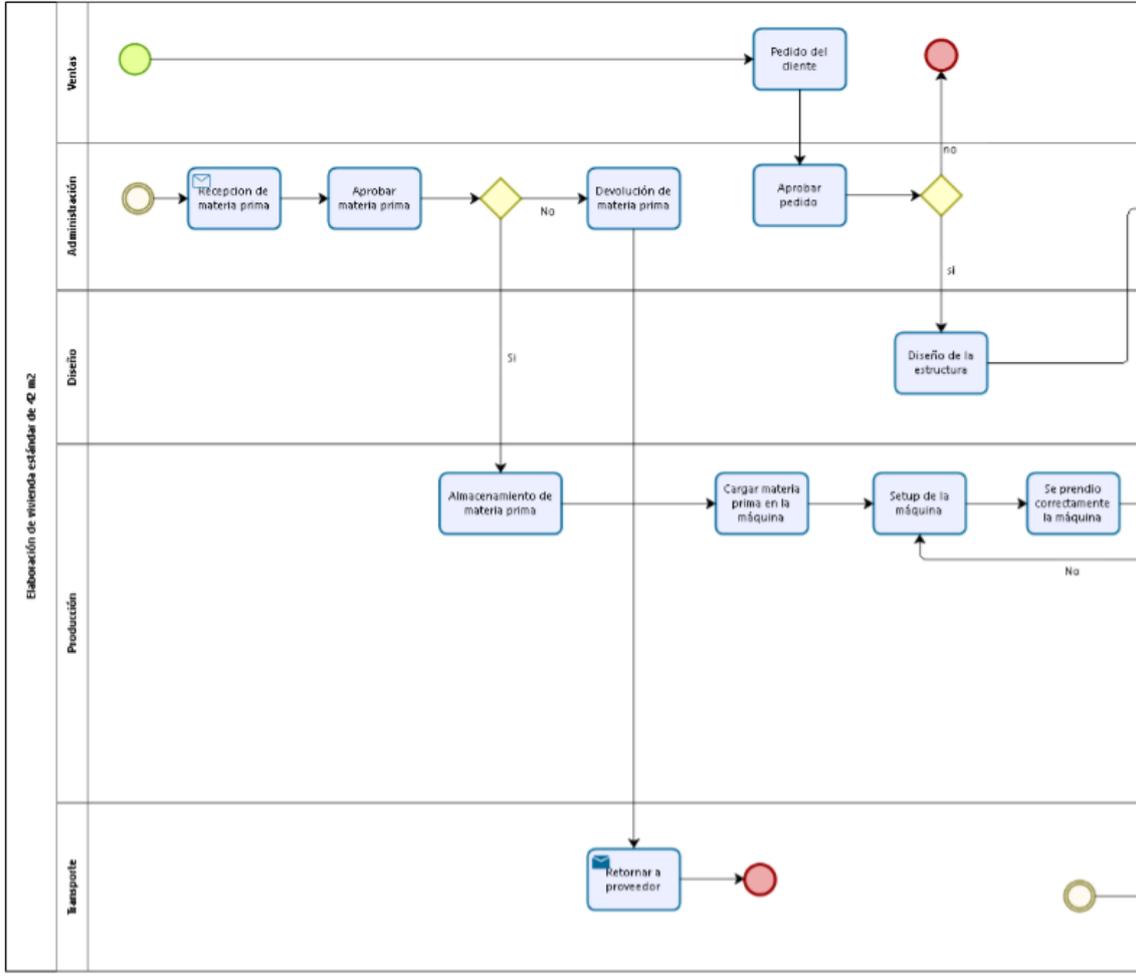
Roberto G.C. Dannemann (2011). Manual de Ingeniería de *Steel Framing*, segunda edición. ALACERO

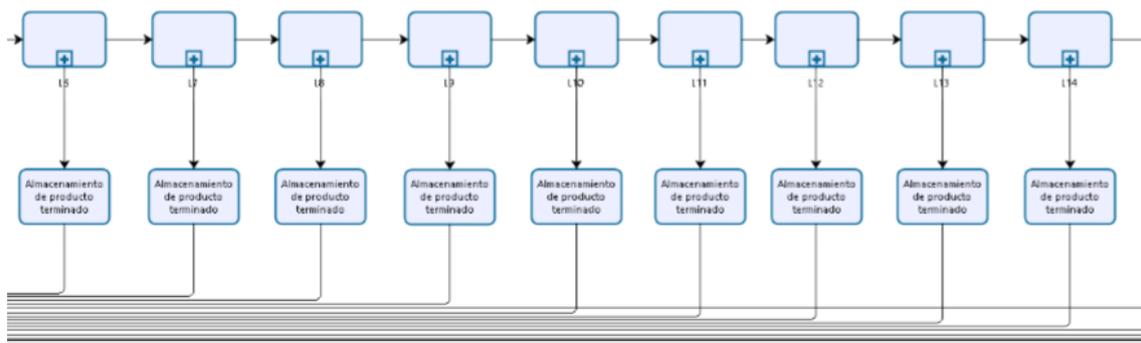
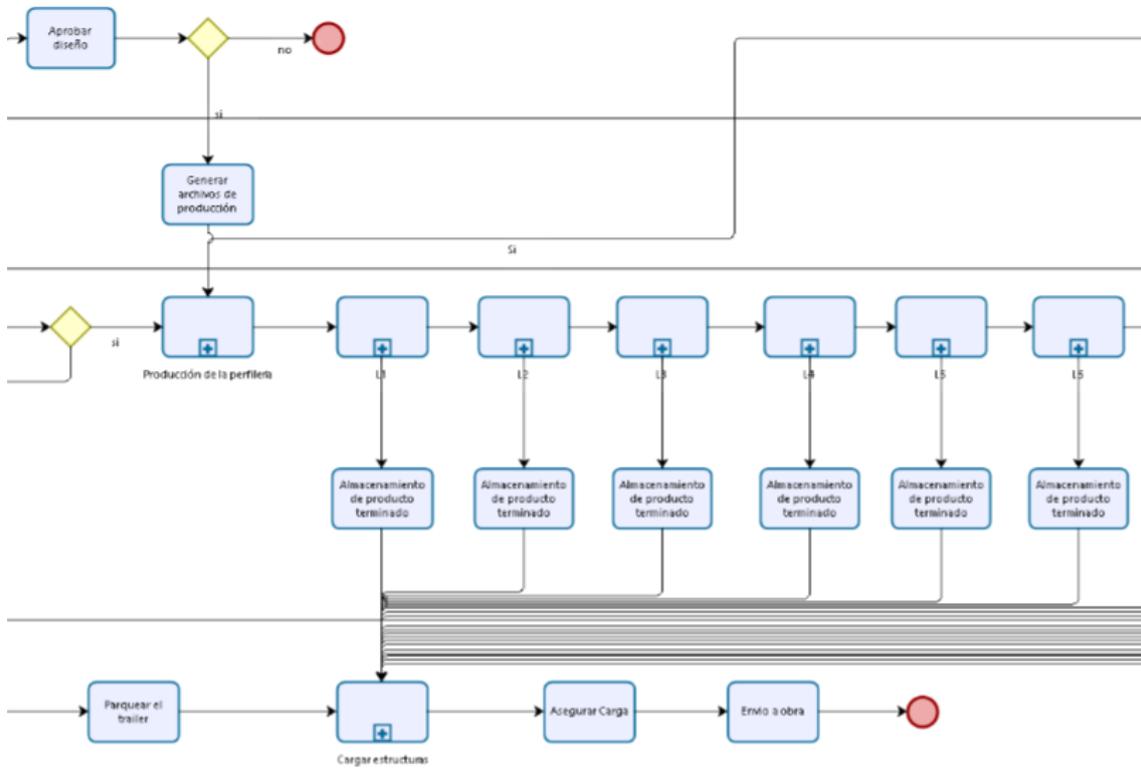
Simulación por computadora. (s.f.) En Wikipedia. Recuperado el 20 de noviembre de 2017 de https://es.wikipedia.org/wiki/Simulaci%C3%B3n_por_computadora

Universidad Autónoma de la Ciudad de México. (s.f.). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del pmbok). Recuperado el 5 de enero de 2018 en: <http://uacm123.weebly.com>

ANEXOS

Anexo 1





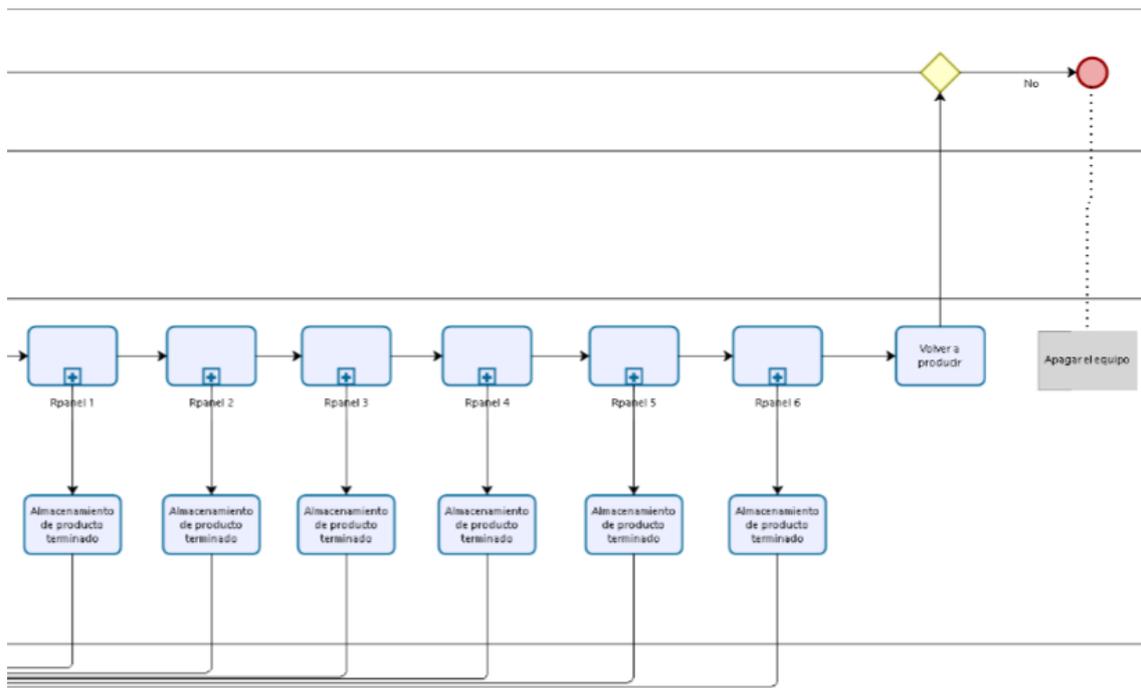
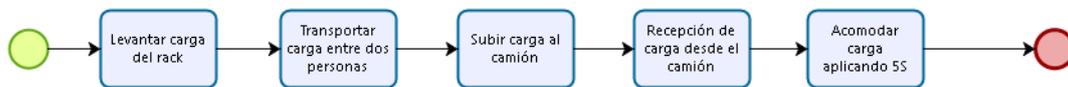
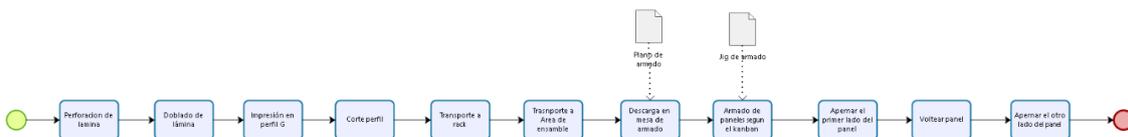


Diagrama de flujo

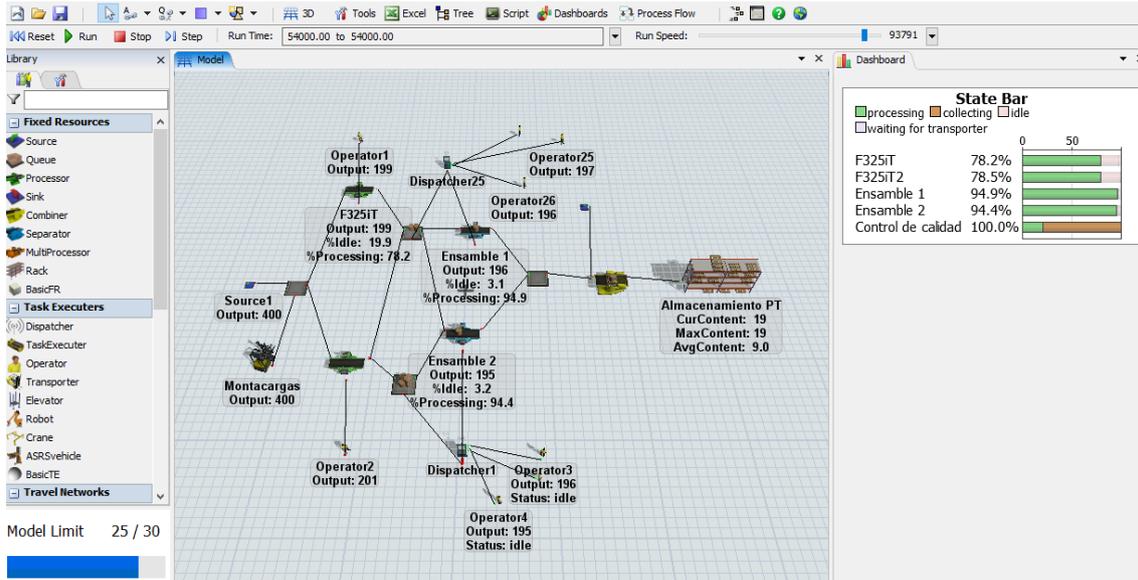


Cargar perfilería



Producción de paneles

Anexo 2



Simulación completa Flexsim

Anexo 3

UDLA

Fábrica de Producción de acero liviano

Inversiones

Maquinaria y Equipo

| Item | Descripción | Cantidad | Costo unitario | Costo Total |
|----------------------------------|-----------------------------------|----------|----------------|----------------------|
| 1 | Máquina Principal Framacad F325iT | 2 | \$ 425 000,00 | \$ 850 000,00 |
| 2 | Transformador | 1 | \$ 5 000,00 | \$ 5 000,00 |
| 3 | montacargas | 1 | \$ 12 000,00 | \$ 12 000,00 |
| 4 | puente grua | 1 | \$ 2 000,00 | \$ 2 000,00 |
| 5 | Mesas de armado | 2 | \$ 1 000,00 | \$ 2 000,00 |
| Total Maquinaria y Equipo | | | | \$ 871 000,00 |

Maquinaria y equipo

Fábrica de Producción de acero liviano**Inversiones****Instalación y Montaje**

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|------------------------------------|---|--------|----------|----------------|----------------------|
| 1 | OBRA MECANICA | | | | \$ 80 000,00 |
| 1,1 | Montaje de Equipos | glb | 1 | \$ 55 000,00 | \$ 55 000,00 |
| 1,2 | Instalación de tuberías | | 1 | \$ 20 000,00 | \$ 20 000,00 |
| 1,3 | Instalación de aislamiento térmico | | | | \$ - |
| 1,4 | Pintura y recubrimiento | | 1 | \$ 5 000,00 | \$ 5 000,00 |
| 1,5 | Pruebas | | | | \$ - |
| 2 | OBRA ELECTRICA | | | | \$ 12 000,00 |
| 2,1 | Tendido de cable | | 1 | \$ 12 000,00 | \$ 12 000,00 |
| 2,2 | Conexiones | | | | \$ - |
| 2,3 | Instalación de equipo eléctrico TRIFASICO | | | | \$ - |
| 2,4 | Instalación de sistema a tierra | | | | \$ - |
| 2,5 | Instalación de lámparas y alumbrado | | | | \$ - |
| 2,6 | Pruebas | | | | \$ - |
| 3 | INSTRUMENTACION | | | | \$ 5 000,00 |
| 3,1 | Instalación de instrumentos | | 1 | \$ 5 000,00 | \$ 5 000,00 |
| 3,2 | Instalación de sistemas de seguridad | | | | \$ - |
| 3,3 | Pruebas | | | | \$ - |
| 3,4 | Pre-Comisionado | | | | \$ - |
| 4 | COMISIONADO Y ARRANQUE | % | 5 | | \$ 850,00 |
| 5 | TASAS E IMPUESTOS | | | | \$ 15 000,00 |
| 5,1 | Gastos Legales | | 1 | \$ 7 000,00 | \$ 7 000,00 |
| 5,2 | Seguro todo riesgo | | 1 | \$ 8 000,00 | \$ 8 000,00 |
| 6 | INDIRECTOS | | | | \$ 5 000,00 |
| 6,1 | Dirección Técnica | | 1 | \$ 5 000,00 | \$ 5 000,00 |
| 6,2 | Gastos Administrativos | | | | \$ - |
| Total Instalación y Montaje | | | | | \$ 117 850,00 |

Instalacion y montaje

UDLA**Fábrica de Producción de acero liviano****Inversiones****Terrenos y Adecuaciones**

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|--------------------------------------|-------------|--------|----------|----------------|----------------------|
| 1 | Terreno | m2 | 2500 | \$ 100,00 | \$ 250.000,00 |
| 2 | Rellenos | m3 | 0 | 0 | \$ - |
| 3 | Pilotaje | m2 | 0 | 0 | \$ - |
| Total Terrenos y Adecuaciones | | | | | \$ 250.000,00 |

Terrenos y adecuaciones

UDLA*Fábrica de Producción de acero liviano***Inversiones****Construcciones-Obras Civiles**

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|---|--|--------|----------|----------------|----------------------|
| 1 | PLANIFICACIÓN | | | | \$ 7 500,00 |
| 1,1 | Proyecto Arquitectónico | gib | 1 | \$ 7 500,00 | \$ 7 500,00 |
| 3 | CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN | | | | \$ 218 900,00 |
| 3,1 | Bloque Administrativo | m2 | 163 | \$ 400,00 | \$ 65 200,00 |
| 3,2 | Bloque de Produccion y ensamble | m2 | 163,5 | \$ 200,00 | \$ 32 700,00 |
| 3,3 | Bloque de bodega | m2 | 517,5 | \$ 200,00 | \$ 103 500,00 |
| 3,4 | Exteriores y estacionamientos descubiertos | m2 | 500 | \$ 35,00 | \$ 17 500,00 |
| 4 | IMPREVISTOS | 2% | 1 | | \$ 2 189,00 |
| Total Construcciones-Obras Civiles | | | | | \$ 228 589,00 |

Arq. Mauricio Oña

Construcciones y obras civiles**UDLA***Fábrica de Producción de acero liviano***Inversiones****Muebles y Equipo de Oficina**

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|--|-------------|--------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Escritorio | | 6 | \$ 900,00 | \$ 5 400,00 |
| 2 | Computador | | 10 | \$ 950,00 | \$ 9 500,00 |
| 3 | mueble | | 10 | \$ 1 000,00 | \$ 10 000,00 |
| 4 | repisa | | 10 | \$ 500,00 | \$ 5 000,00 |
| Total Muebles y Equipo de Oficina | | | | | \$ 29 900,00 |

Muebles y equipos de oficina

UDLA

Fábrica de Produccion de acero liviano

Inversiones

Vehículos

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|------------------------|----------------|--------|----------|----------------|----------------------|
| 1 | Camion | unidad | 1 | \$ 70 000,00 | \$ 70 000,00 |
| 2 | Auto Ejecutivo | unidad | 1 | \$ 55 000,00 | \$ 55 000,00 |
| 3 | Monta cargas | unidad | 1 | \$ 12 000,00 | \$ 12 000,00 |
| Total Vehículos | | | | | \$ 137 000,00 |

Vehículos

UDLA

Fábrica de Produccion de acero liviano

Inversiones

Equipo de Servicio

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|---------------------------------|------------------|--------|----------|----------------|---------------------|
| 1 | Generador | | 1 | \$ 7 500,00 | \$ 7 500,00 |
| 2 | Tuberías de agua | | 1 | \$ 18 000,00 | \$ 2 000,00 |
| 3 | Tuberías de aire | | 1 | \$ 16 000,00 | \$ 4 000,00 |
| Total Equipo de Servicio | | | | | \$ 13 500,00 |

Equipos de servicio

UDLA

Fábrica de Produccion de acero liviano

Inversiones

Equipo de control de calidad

| Item | Descripción | Unidad | Cantidad | Costo Unitario | Costo Total |
|---|----------------------|--------|----------|----------------|--------------------|
| 1 | medidores de espesor | u | 1 | \$ 500,00 | \$ 500,00 |
| 2 | calibradores | u | 2 | \$ 100,00 | \$ 200,00 |
| 3 | herramientas varias | u | 100 | \$ 45,00 | \$ 4 500,00 |
| Total Equipo de control de calidad | | | | | \$ 5 200,00 |

Equipo de control de calidad

