

ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA
EMMEDUE®

PABLO BARRIENTOS CORREA

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA
ÁREA DE PROYECTOS
MEDELLÍN
2011

ESTUDIO DE PRE FACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA
EMMEDUE®

PABLO BARRIENTOS CORREA

Proyecto de grado para optar por el título de
Ingeniero Mecánico

ASESOR

Juan Santiago Villegas

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA MECÁNICA

ÁREA DE PROYECTOS

MEDELLÍN

2011

CONTENIDO

	pág.
RESUMEN	11
INTRODUCCIÓN	12
1. OBJETIVOS.....	14
1.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	14
2. LA CONSTRUCCIÓN Y EL SISTEMA EMMEDUE®.....	15
2.1. TIPOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO	15
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL SISTEMA EMMEDUE®	16
2.2.1 Productos	17
2.2.1.1 Paneles	18
2.2.1.2 Accesorios	21
2.3 VENTAJAS	23
3. MATERIA PRIMA, PROCESOS Y MAQUINARIA PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES EMMEDUE®	29
3.1. MATERIA PRIMA E INFORMACIÓN TÉCNICA DE ÉSTA.....	29
3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS.....	32
3.2.1. Proceso de elaboración de los bloques.....	33
3.2.1.1. Sub proceso de pre expansión	33
3.2.1.2. Reposo intermedio y estabilización.....	34
3.2.1.3. Sub proceso de molido	35
3.2.1.4. Expansión y moldeo final	36
3.2.2. Proceso de corte de láminas	38

3.2.3.	Proceso de elaboración de mallas	38
3.2.4.	Proceso de elaboración de paneles	39
3.2.4.1.	Sub proceso de reproceso	40
3.2.4.2.	Sub proceso de corte	41
3.2.5.	Proceso de elaboración de accesorios.....	42
3.3	. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS.....	42
3.3.1	Pre-Expansor	43
3.3.2	Bloquera.....	44
3.3.3	Pantógrafo.....	46
3.3.4	Enmalladora	48
3.3.5	Paneladora.....	50
3.3.6	Dobladora.....	52
4.	FLUJO DE PROCESOS, MATERIAS PRIMAS Y LAYOUT PLANTA.....	54
5.	SELECCIÓN DE MAQUINARIA, PERSONAL Y MONTAJE PLANTA.....	58
5.1.	DEMANDA DADA POR SISTEMAS CONSTRUCTIVOS AVANZADOS ..	58
5.2.	SELECCIÓN MAQUINARIA IDEAL	59
5.2.1.	Explicación conceptos con los que se selecciona la maquinaria	59
5.2.2.	Matrices ponderadas.....	62
5.2.2.1.	Selección Paneladora	63
5.2.2.2.	Selección Enmalladora	64
5.2.2.3.	Selección bloquera	65
5.2.2.4.	Selección pre-expansor	66
5.2.2.5.	Selección pantógrafo	67
5.2.2.6.	Selección dobladora	68

5.2.2.7. Resumen maquinaria requerida para la producción de paneles requerida.....	69
5.3. CAPACIDAD PLANTA SEGÚN MAQUINARIA SELECCIONADA.....	70
5.4. SELECCIÓN BODEGA.....	70
5.5. PERSONAL REQUERIDO EN LAS DIFERENTES ÁREAS	71
5.5.1.1. Organigrama área administrativa.....	71
5.5.1.2. Descripción personal para cada una de las áreas	72
5.5.2.1. Organigrama área operativa	76
5.5.2.2. Descripción personal cada una de las áreas	76
5.6. MONTAJE.....	82
5.6.1. Personal requerido para el montaje	82
5.6.2. Requerimientos obligatorios para iniciar el montaje de la planta	83
5.6.3. Diagrama PERT para el montaje de la planta	84
6. ANALISIS FINANCIERO.....	86
6.1. INVERSIONES	87
6.1.1. Inversiones fijas.....	87
6.1.1.1. Equipos.....	87
6.1.1.2. Gastos pre-operativos.....	89
6.2. DEPRECIACIÓN	90
6.3. COSTOS DE OPERACIÓN	90
6.3.1. Costos directos.....	90
6.3.2. Costos indirectos.....	91
6.3.2.1. Mano de obra indirecta	91
6.3.2.2. Bodega, servicio y otros.....	92

6.4.	GASTOS ADMINISTRATIVOS	92
6.5.	INGRESOS.....	93
6.6	FLUJO DE CAJA	95
6.7	VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO.....	97
7.	CONCLUSIONES	99
8.	BIBLIOGRAFIA.....	101

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Ventajas, descripción y grafica del sistema	24
Tabla 2. Lista de máquinas layout	57
Tabla 3. Demanda dada por Sistemas Constructivos Avanzados	58
Tabla 4. Matriz ponderada selección paneladora	63
Tabla 5. Matriz ponderada selección enmalladora.....	64
Tabla 6. Matriz ponderada selección bloquera	65
Tabla 7. Matriz ponderada selección pre-expansor	66
Tabla 8. Matriz ponderada selección pantógrafo	67
Tabla 9. Matriz ponderada selección dobladora	68
Tabla 10. Equipos seleccionados para la producción requerida.....	69
Tabla 11. Capacidad tabla por turnos según maquinaria seleccionada.....	70
Tabla 12. Requisitos gerente	72
Tabla 13. Requisitos Secretaria.....	73
Tabla 14. Requisitos Departamento Comercial.....	74
Tabla 15. Requisitos Departamento Técnico	74
Tabla 16. Requisitos Conexión área comercial y departamento técnico.....	75
Tabla 17. Requisitos Departamento Administrativo	76
Tabla 18. Requisitos jefe de producción y logística	77
Tabla 19. Requisitos almacenista	77
Tabla 20. Requisitos encargado mantenimiento	78
Tabla 21. Requisitos auxiliar de producción	78
Tabla 22. Requisitos monta cargas.....	79
Tabla 23. Requisito operario caldera, pre-expansor y bloquera	80
Tabla 24. Requisitos operario pantógrafo	80
Tabla 25. Requisitos operario enmalladora y enderezadoras.....	81
Tabla 26. Requisitos operarios paneladora	81
Tabla 27. Requisitos operario dobladora	82

Tabla 28. Requisito apoyo y aseo.....	82
Tabla 29. Diagrama PERT para montaje de la planta.....	85
Tabla 30. Costeo de equipos	88
Tabla 31. Gastos pre-operativos.....	89
Tabla 32. Depreciación	90
Tabla 33. Costos materia prima mensual produciendo 1000 m2 promedio diarios	91
Tabla 34. Costo de la mano de obra directa	91
Tabla 35. Costo de la mano de obra indirecta	92
Tabla 36. Costo bodega, servicios y otros involucrados en el proceso y en la planta	92
Tabla 37. Gastos administrativos.....	93
Tabla 38. Lista de precios paneles estructurales y cerramiento	94
Tabla 39. Metros cuadrados supuestos a producir diariamente por año	94
Tabla 40. Proyección de flujo de caja del año 0 al año 5.....	95
Tabla 41. Proyección de flujo de caja del año 5 al año 10.....	96
Tabla 42. Tasa del inversionista, valor presente neto, tasa interna de retorno y periodo de retorno inversión	97

LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Logo internacional del sistema EMMEDUE®.	13
Ilustración 2. Ejemplo de casa construida con el sistema EMMEDUE®.	13
Ilustración 3. Obra de infraestructura realizada por la Constructora Conconcreto.	15
Ilustración 4. Centro comercial realizado por la Constructora Conconcreto	16
Ilustración 5. Vivienda realizada en paneles EMMEDUE®	16
Ilustración 6. Componentes de un panel EMMEDUE®.	17
Ilustración 7. Panel Simple	19
Ilustración 8. Descripción Panel Simple	19
Ilustración 9. Panel Losa.	20
Ilustración 10. Descripción Panel Losa	20
Ilustración 11. Panel Escalera.	21
Ilustración 12. Descripción Panel Escalera.	21
Ilustración 13. Malla RG1.	22
Ilustración 14. Malla RG2.	22
Ilustración 15. Malla RGU	23
Ilustración 16. "Big bag" EPS.	30
Ilustración 17. Presentación Alambre de Acero	32
Ilustración 18. Máquina para proceso de Pre-Expansión.	34
Ilustración 19. Silos de Almacenamiento	35
Ilustración 20. Máquina para sub proceso de molido.	36
Ilustración 21. Bloquera para moldeado de poliestireno cerrada.	37
Ilustración 22. Bloquera para moldeado de poliestireno con bloque.	37
Ilustración 23. Bloques de poliestireno expandido	37
Ilustración 24. Pantógrafo para proceso de corte de láminas	38
Ilustración 25. Máquina enmalladora para fabricación de mallas.	39
Ilustración 26. Máquina paneladora para ensamble de paneles	40
Ilustración 27. Soldadora Manual para reproceso de paneles	41

Ilustración 28. Maquina cortadora radial para sub proceso de corte.....	41
Ilustración 29. Maquina dobladora para elaboración de accesorios	42
Ilustración 30. Pre-Expansor y sus partes	43
Ilustración 31. Bloquera y sus partes	45
Ilustración 32. Vista frontal del pantógrafo	47
Ilustración 33. Vista lateral del pantógrafo	47
Ilustración 34. Spider	49
Ilustración 35. Enmalladora y sus partes	49
Ilustración 36. Paneladora y sus partes	51
Ilustración 37. Dobladora y sus partes.....	52
Ilustración 38. Ciclo fabricación paneles	55
Ilustración 39. Layout ideal	56
Ilustración 40. Organigrama área administrativa.....	71
Ilustración 41. Organigrama área operativa.....	76
Ilustración 42. Comportamiento del mercado de paneles en Colombia del 2007 al 2010.....	86

RESUMEN

Montar una planta significa tener en cuenta muchos aspectos, entre esos la necesidad que se tiene, la materia prima, los procesos, la selección de maquinaria, selección del personal, flujo de procesos, layout y análisis financiero entre otros.

Con este proyecto de grado se busca realizar un estudio completo y un procedimiento para el montaje de una planta EMMEDUE® para la empresa SISITEMAS CONSTRUCTIVOS AVANZADOS S.A.

INTRODUCCIÓN

La construcción en el mundo es uno de los sectores más importantes para poder mejorar el bienestar de la comunidad y para el desarrollo económico de la sociedad, lo que hace que cada día se vuelva más importante desarrollar los diferentes tipos de construcción que hay, pensar en nuevos sistemas a la hora de construir e innovar con el fin de mejorar la calidad, reducir el tiempo, cuidar el medio ambiente, darle más facilidad y dinamismo a este sector.

EMMEDUE® es un sistema constructivo el cual está compuesto por láminas de poliestireno expandido con dos mallas de acero galvanizadas electro soldadas y unidas por medio de unos conectores electro soldados, los cuales forman paneles, los que están hechos para posteriormente recibir una capa de revoque estructural, después de ser instalados en obra y finalmente darles el acabado que se quiera.

El objetivo de este sistema es proveer un sistema constructivo integral, monolítico y homogéneo el cual tiene unas propiedades muy altas y beneficiosas de aislamiento termo-acústicas a la hora de construir muros divisorios, fachadas, losas y escaleras en proyectos tanto en el área de edificación como en el área de infraestructura.

Hablando un poco sobre los beneficios y las ventajas de este sistema, se pueden mencionar sus propiedades termo-acústicas, ahorro en tiempo de construcción hasta de un 30% comparado con los métodos tradicionales, flexibilidad constructiva, facilidad de transporte, ahorro económico en tiempos de ejecución y en mano de obra y buen comportamiento a la hora de sismos.

Este sistema nació a finales de los años 70 en Italia de la idea de aplicar las ventajas industriales de la innovación tecnológica. Gracias a eso surgió la idea de combinar las más avanzadas tecnologías electromecánicas y electrónicas para crear este innovador e ingenioso sistema.

Debido a todas las ventajas ya mencionadas y las características tanto del producto como la situación mundial de la construcción, se va a realizar este

trabajo de grado, del cual se espera sirva a Sistemas Constructivos Avanzados, como a la sociedad en general.(DURAPANEL, 2007)(EMMEDUE, 2009)

Ilustración 1. Logo internacional del sistema EMMEDUE®.



(EMMEDUE, 2009)

Ilustración 2. Ejemplo de casa construida con el sistema EMMEDUE®.



(EMMEDUE, 2009)

1. OBJETIVOS

1.1. OBJETIVO GENERAL

Realizar el estudio de pre-factibilidad y un procedimiento para el montaje de una planta EMMEDUE® requerido por la empresa Sistemas Constructivos Avanzados.

1.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Describir la necesidad actual del mercado de los diferentes sistemas constructivos y su evolución para determinar la sostenibilidad de la empresa en el futuro.
- Describir el proceso de fabricación de paneles para dimensionar los requerimientos de maquinaria.
- Dimensionar los procesos productivos para diseñar layout, flujos de materias primas y productos en proceso.
- Seleccionar maquinaria, espacio, personal y fuentes de energía en función de una demanda dada por Sistemas Constructivos Avanzados.
- Realizar un análisis financiero para determinar la factibilidad del montaje de una planta EMMEDUE®.

2. LA CONSTRUCCIÓN Y EL SISTEMA EMMEDUE®

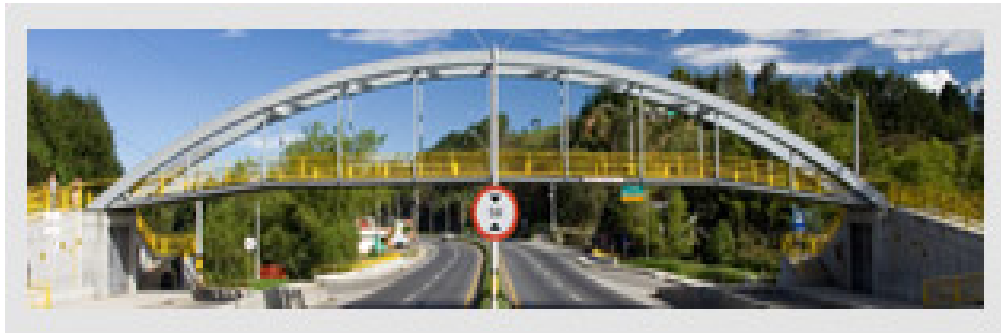
2.1. TIPOS DE CONSTRUCCIÓN EN EL MUNDO

Según la Constructora Conconcreto, la construcción en el mundo se puede dividir en dos grandes áreas, área de infraestructura y área de edificación.(CONSTRUCTORA CONCONCRETO, 2011)

2.1.1. Área de infraestructura

En el área de infraestructura se encuentran obras de grandes magnitudes como túneles, puentes, aeropuertos, centrales hidroeléctricas, carreteras, intercambios viales y sistemas de transporte entre otros.(CONSTRUCTORA CONCONCRETO, 2011)

Ilustración 3. Obra de infraestructura realizada por la Constructora Conconcreto

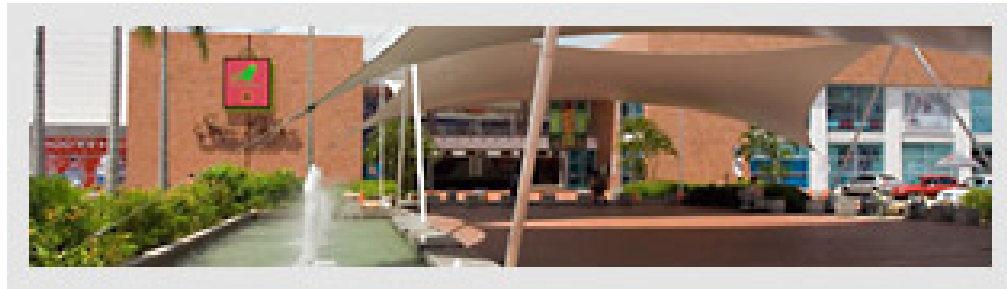


(CONSTRUCTORA CONCONCRETO, 2011)

2.1.2. Área de edificación

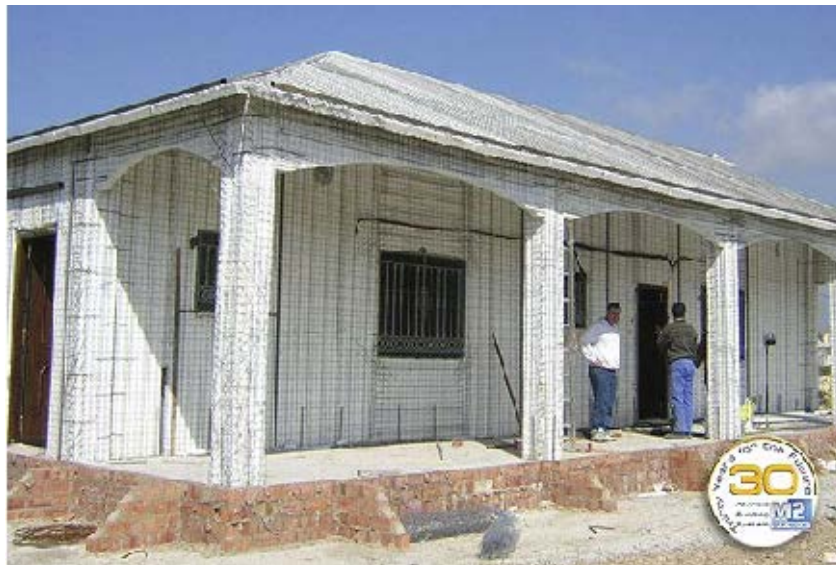
El área de edificación se divide según la Constructora Conconcreto en tipos, comercio e institucional y vivienda. En estos se puede construir plantas de producción, subestaciones eléctricas, silos deslizados, embarcaderos, grandes superficies, universidades, bibliotecas, clínicas, centros culturales y todo tipo de proyectos de vivienda.(CONSTRUCTORA CONCONCRETO, 2011)

Ilustración 4. Centro comercial realizado por la Constructora Conconcreto



(CONSTRUCTORA CONCONCRETO, 2011)

Ilustración 5. Vivienda realizada en paneles EMMEDUE®



(EMMEDUE, 2009)

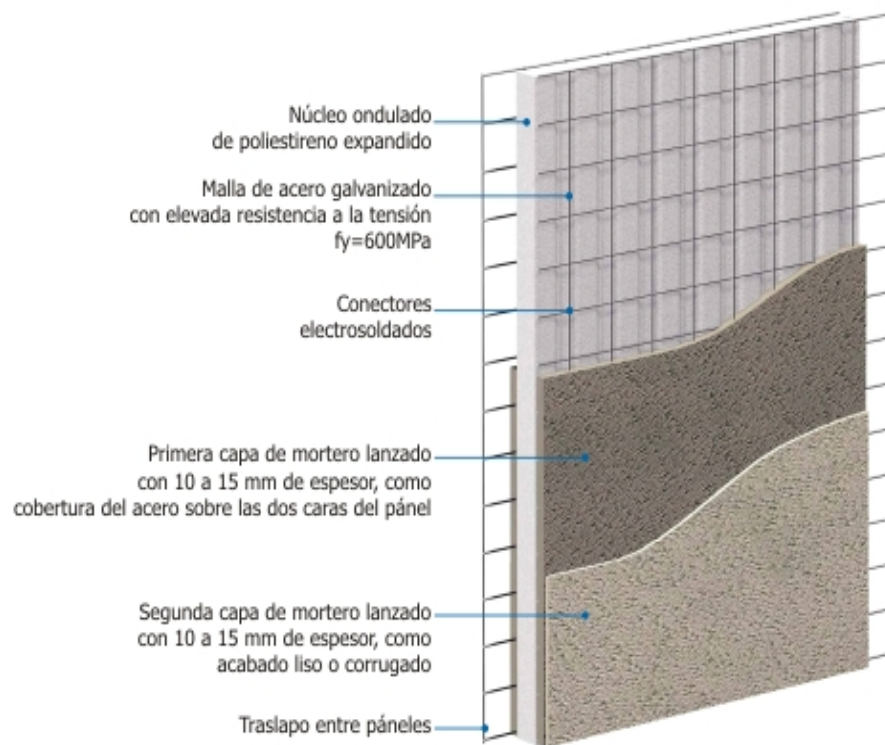
2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL SISTEMA EMMEDUE®

Los distintos tipos de productos que produce EMMEDUE®, sus diferentes propiedades, usos y características, le da la posibilidad a los constructores de tener estos en cuenta a la hora de realizar sus proyectos tanto de infraestructura como de edificación.

2.2.1 Productos

El sistema EMMEDUE®, tiene diferentes productos, todos estos utilizados para la construcción de todo tipo de inmuebles, guardando siempre sus mismos componentes, el poliestireno expandido utilizado como núcleo, sus dimensiones y forma dependen del producto que se requiera, las dos mallas electro soldadas y conectadas las cuales al igual que el poliestireno expandido, sus dimensiones y formas dependen del producto a realizar. Lo anterior, es realizado en la planta, pero posteriormente viene el proceso de instalación, de lanzamiento del mortero y finalmente de la elaboración del acabado. Todo esto permite realizar paredes, pisos, escaleras, techos, etc. Mencionando los diferentes productos elaborados en una planta EMMEDUE® se tienen los siguientes:

Ilustración 6. Componentes de un panel EMMEDUE®



Nota: el espesor final del muro depende de los requerimientos estructurales

(DURAPANEL, 2007)

2.2.1.1 Paneles

- Panel Simple

El panel simple está compuesto por una lámina de poliestireno ondulada de densidad 15Kg/m³, cuyo espesor puede variar de 40 mm a 260 mm (variando los espesores de 10 mm en 10 mm), dependiendo de los cálculos estructurales y lo que se quiera arquitectónicamente se define este espesor. El ancho único de estos paneles es de 1200 mm y una altura variable de 500 mm hasta 12000 mm. Adicional a esto tiene dos mallas galvanizadas electro soldadas y unidas entre sí por medio de conectores. Dependiendo de los cálculos estructurales también se define el diámetro del alambre galvanizado el cual puede ser de 2,3 mm o de 3,5 mm y también el tipo de malla a utilizar, malla estructural, la cual tiene 20 longitudinales y transversales cada 65 mm o malla cerramiento, la cual también tiene 20 longitudinales pero se reducen los transversales, ubicando éstos cada 130 mm. El diámetro del alambre que se usa para los conectores es estándar para cualquier malla y es de 3 mm. La cantidad de conectores por metro cuadrado es de 72 para paneles estructurales (PSME) o de 72 para paneles cerramiento (PSMC): Finalmente, al espesor de la lámina de poliestireno y la malla, se le suma una capa de mortero de 20 mm por cada cara, con esto se tiene el espesor final del muro a construir. No sobra decir, que el acabado final del muro lo define el cliente según los requerimientos y según su gusto.

Hablando un poco sobre la lámina de poliestireno, se tiene que cada onda tiene una altura de 10 mm y una frecuencia entre ondas de 70.3 mm, lo que quiere decir que el panel estándar con ancho de 1200 mm tiene siempre 16 ondas longitudinales.

Como se puede ver en la siguiente ilustración, los paneles simples tienen a cada lado un traslape, lo cual consta de 50 mm de malla a cada lado, las cuales son utilizadas para la unión de dos o más paneles al momento de instalar estos en obra, esto con el fin de no necesitar más malla a la hora de la instalación.

Finalizando los paneles simples, se puede decir que éstos tienen una ventaja muy grande, ya que sin importar si son estructurales o de cerramiento, poseen la característica de ser usados tanto horizontal como verticalmente, todo esto gracias a la alta resistencia a compresiones centradas y excéntricas y esfuerzos de flexión y corte, los cuales pueden ser usados como elementos resistentes, para transmisión de las cargas horizontales.(NARANJO, 2010)

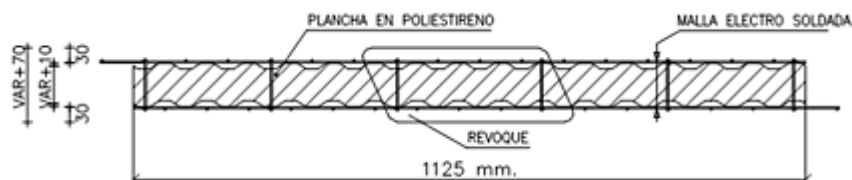
(DURAPANEL, 2007)

Ilustración 7. Panel Simple



(DURAPANEL, 2007)

Ilustración 8. Descripción Panel Simple



(DURAPANEL, 2007)

- Panel Losa

El panel losa está compuesto de la misma manera que los paneles simples, por un núcleo de poliestireno expandido y una malla electro soldada, para saber los espesores y dimensiones tanto del poliestireno como del alambre se requiere de un cálculo estructural. La diferencia con el panel simple, se puede resumir en unos nervios que se le hace a la lámina con el fin de reforzarlos éstos con hierro y posteriormente hacer un vaciado de hormigón en la obra. Estos paneles son

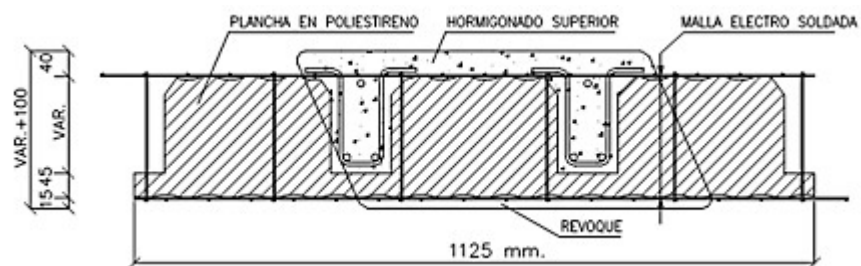
usados en la realización de losas y cubiertas en edificios. No sobra decir que tienen unos limitantes los cuales son una luz máxima de 12 metros y una sobrecarga de hasta 400 dN/m². En la siguiente ilustración se puede ver un panel losa sin el vaciado y sin el acabado final.(NARANJO, 2010) (DURAPANEL, 2007)

Ilustración 9. Panel Losa



(DURAPANEL, 2007)

Ilustración 10. Descripción Panel Losa

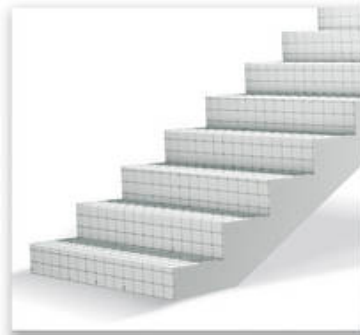


(DURAPANEL, 2007)

- Panel Escalera

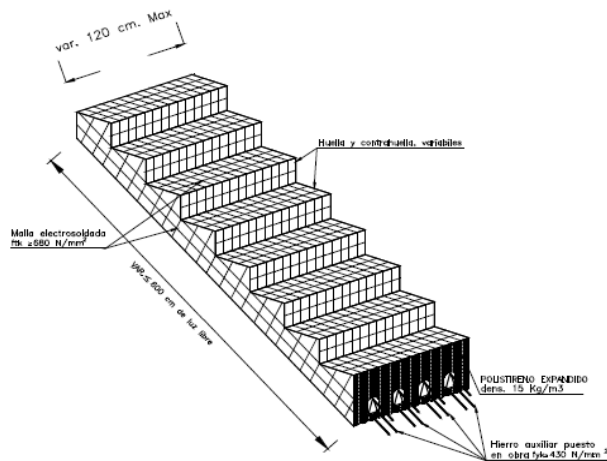
El panel escalera, al igual que los anteriores paneles están constituidos por un núcleo de poliestireno expandido con densidad de 15 Kg/m³, del tamaño que se requiera según cálculos estructurales, también tienen unos nervios los cuales en obra se les refuerza con hierro y hormigón con el fin de darle mayor resistencia. Adicional a esto cada huella, contrahuella y la parte inferior tiene una malla estructural de acero galvanizado la cual está sujeta por medio de conectores, de la misma forma como se hace en los paneles simples.(NARANJO, 2010) (DURAPANEL, 2007)

Ilustración 11. Panel Escalera



(DURAPANEL, 2007)

Ilustración 12. Descripción Panel Escalera



(DURAPANEL, 2007)

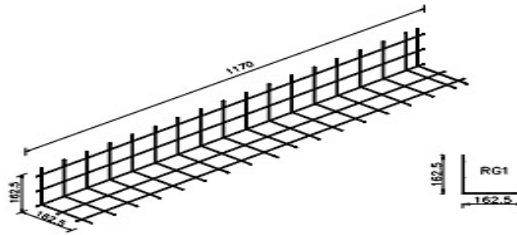
2.2.1.2 Accesorios

Los accesorios son mallas realizadas con la misma malla electro soldada que se usa para la fabricación de los paneles, éstos tienen el fin de reforzar uniones entre paneles, esquinas, cortes de ventanas, puertas, etc., haciendo que haya continuidad entre las mallas de los paneles, aumentando su resistencia y disminuyendo las probabilidades de fisuras en los paneles terminados. Éstos se instalan en obra con la ayuda de grapas o amarrando alambre recocido entre los accesorios y los paneles. Los tipos de accesorios son los siguientes:

- RG1

La malla RG1 es usada en la unión de paneles ubicados en esquinas o intersecciones entre paneles. Normalmente se usan de a cuatro por unión o esquina, dos interiores y dos exteriores, dependiendo de la altura de los paneles.(NARANJO, 2010)(DURAPANEL, 2007)

Ilustración 13. Malla RG1

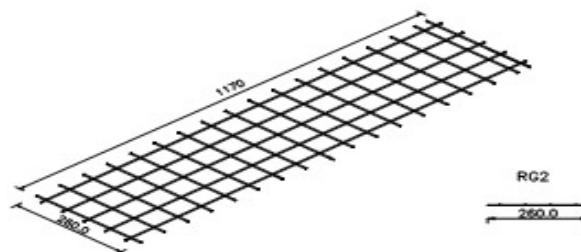


(DURAPANEL, 2007)

- RG2

La malla RG2 es utilizada para reforzar los vértices de vanos, cuando se van a poner ventanas, puertas o cuando se hace cualquier tipo de orificio en los paneles donde se vea afectada la continuidad de la malla electro soldada. También es usado para empalmar paneles. Normalmente, para puertas se usan dos de estas mallas y se ponen a 45°, para ventanearía se usan cuatro y se instalan de la misma manera.(NARANJO, 2010)(DURAPANEL, 2007)

Ilustración 14. Malla RG2

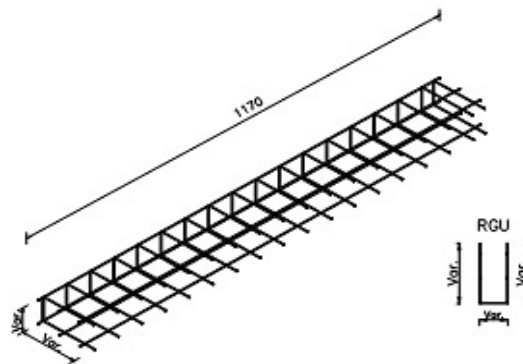


(DURAPANEL, 2007)

- RGU

Estas mallas son usadas para reconstruir la continuidad de los paneles al costado de las puertas, ventanas y en terminaciones de muros, con el fin de reforzar estos puntos críticos, ya que están propensos a tener problemas en sus acabados. El espesor de éstos depende del panel en el que se vaya a instalar y al igual que los paneles van desde RGU40 hasta RGU260, donde RGU es el tipo de accesorio y el número los milímetros de espesor del panel.(NARANJO, 2010)(DURAPANEL, 2007)

Ilustración 15. Malla RGU

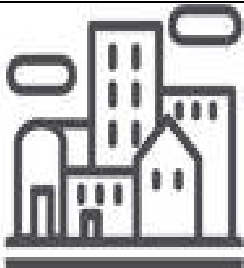


(DURAPANEL, 2007)

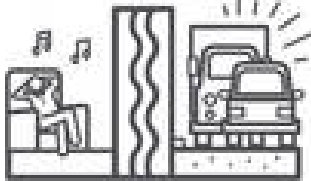
2.3 VENTAJAS

Como ya se ha mencionado anteriormente, los paneles EMMEDUE® poseen varias ventajas las cuales se muestran y explican en la tabla 1.

Tabla 1. Ventajas, descripción y grafica del sistema

VENTAJA	DESCRIPCIÓN	GRAFICA
Sostenibilidad y ahorro energético	Gracias a las ventajas que brinda el poliestireno expandido debido a su baja conductividad térmica, se puede garantizar un ahorro grande en el consumo energético de aires acondicionados y calefacciones en cualquier tipo de edificio.	
Ligereza	Un panel EMMEDUE® es ligero y al mismo tiempo lo suficientemente rígido, pesando entre 3 y 5 Kg/m ² , lo que facilita el traslado del material incluso en condiciones difíciles de trabajo.	
Rapidez de instalación	Con las experiencias que se ha tenido con el producto en todo el mundo, se ha visto que su instalación es muy rápida y sencilla, reduciendo los tiempos de ejecución entre un 40% y 50% y generando un ahorro entre el 6% y el 7.5% del costo total de la obra.	
Conveniencia	Tanto para el que construye como para el usuario final y para el ambiente, construir con este sistema trae mayores beneficios comparando con los sistemas tradicionales.	
Versatilidad	Este sistema, debido a su gran cantidad de productos como paredes portantes, tabiques, forjados y escaleras, hace posible construir con facilidad lo que se requiere, sin importar el tipo de forma geométrica.	

VENTAJA	DESCRIPCIÓN	GRAFICA
Resistencia a la carga	Esta más que comprobado con las diferentes pruebas hechas en muchos de los laboratorios y universidades del mundo, la elevada resistencia a la carga que tienen los diferentes paneles EMMEDUE®.	
Resistencia al fuego	La alta calidad del poliestireno expandido usada para producir los paneles asegura que es de tipo auto extingible, además de esto, las capas de hormigón que poseen éstos en cada cara aseguran la resistencia al fuego.	
Resistencia a los sismos	Las pruebas realizadas en Italia a un prototipo EMMEDUE® de dos pisos a escala real, demuestran que en caso de sismo la estructura resiste mucho más de lo que exige la norma para un Sismo de primera categoría, que es la máxima prevista por la normativa sísmica italiana.	
Resistencia a los ciclones	La experiencia que se ha tenido con el pasar de los años en las zonas de alto riesgo ciclónico demuestra la capacidad de resistencia al pasaje de los ciclones más devastadores.	
Resistencia a la explosión	Los paneles EMMEDUE® han resistido muy bien a varias pruebas de explosión que se les ha hecho (Véase punto 2.5).	

VENTAJA	DESCRIPCIÓN	GRAFICA
Aislante acústico	Una de las características más importantes del producto es el aislamiento acústico que tiene, al podersele insertar materiales fonoabsorbentes como corcho, fibras de coco, lana de roca, etc., con el fin de optimizar el aislamiento de las paredes cuando se requiera.	
Compatibilidad con todos los sistemas	El sistema es muy versátil y le da la posibilidad al usuario de combinarlo con cualquiera de los sistemas tradicionales de construcción, adicional a eso, se puede ver que cada día el sistema es más usado para completar estructuras de acero o de cemento armado y además el sistema EMMEDUE® puede ser usado con cualquier tipo de acabado en comercio, y es adaptable a todo tipo de ventanas y puertas.	
Amplia elección de acabados	Al momento de realizar el acabado, los paneles EMMEDUE® se puede completar, aplicándoles un revestimiento a espesor directamente sobre el revoque en bruto o aplicándoles pinturas tradicionales sobre el revoque alisado. Esto quiere decir que el sistema es compatible con cualquier tipo de revestimiento, facilitando los procedimientos y procesos al momento de construir.	

(EMMEDUE, 2009)

2.4 PRUEBAS Y CERTIFICADOS REALIZADOS AL PRODUCTO

El sistema EMMEDUE®, como ya se mencionó anteriormente, lleva más de 30 años en el mercado y durante este tiempo, se le ha hecho pruebas y se ha ganado muchos certificados en muchas partes del mundo, en diferentes laboratorios y universidades con el fin de mostrar todas sus características y ventajas. Mencionando un poco las pruebas y certificados que se le ha hecho y que se ha ganado el producto se tienen las siguientes:

Estos certificados se encuentran disponibles en la página web de EMMEDUE®.

(EMMEDUE, 2009)

- PRUEBAS A LLUVIA BATIENTE
 - o Pruebas lluvia Chile sobre PSM40-209.637-1994
- PRUEBAS ACUSTICAS
 - o Certificado acústico Universidad Chile n.209.632
 - o Instituto Giordano pruebas acústicas pared interior PDME150
- PRUEBAS ESTATICAS
 - o Pruebas Padova - Italia (1993)
 - o Pruebas México - IMCYC (1994)
 - o Pruebas Panamá (2003)
- PRUEBAS SISMICAS
 - o Pruebas sísmicas en la Universidad de Perugia (Italia - 1999)
 - o Pruebas sísmicas en la universidad de Perugia (Italia – 1999)
 - o Pruebas sísmicas sobre mesa vibrante (Centro de Investigación de ENEA, Casaccia Roma - 27 Noviembre 2008)
 - o Pruebas sísmicas sobre mesa vibrante sobre elemento C y elemento H.
 - o Pruebas sísmicas sobre mesa vibrante conducidas en la Universidad Católica de Perú en Lima (Febrero 2009)
- PRUEBAS FUEGO

- o Australia (1990)
- o Chile (1994-1995-1996)
 - Certificado fuego Universidad Chile n.214.322
 - Certificado fuego Universidad Chile n.209.633
- PRUEBAS BALISTICAS
 - o Italia
 - Test balístico sobre el panel simple PSM80 - Resolución: high
 - Test balístico sobre el panel simple PSM80 - Resolución: medium
 - Test balístico sobre el panel simple PSM80 - Resolución: low
- PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA EXPLOSION
 - o Blast Overpressure Test - Description and Results
- PRUEBAS IMPACTO
 - o Prueba impacto sobre PST40-Ist.Gior.-8569-1985
 - o Investigación sobre la resistencia de los paneles M2 EMMEDUE al proyectil del viento 02/05/2005
- RELACIONES
 - o Análisis y comportamiento de estructuras con paneles Emmedue (Versión Parcial)
 - o Técnica de las construcciones con el sistema Emmedue - Introducción a la tecnología Emmedue (Versión Parcial)
 - o Estructuras antisísmicas realizadas con paneles portantes Emmedue (Versión Parcial)

(EMMEDUE, 2009)

3. MATERIA PRIMA, PROCESOS Y MAQUINARIA PARA LA ELABORACIÓN DE PANELES EMMEDUE®

3.1. MATERIA PRIMA E INFORMACIÓN TÉCNICA DE ÉSTA

La materia prima usada para la elaboración de los paneles EMMEDUE®, sin su acabado final es:

- Poliestireno expandido
- Alambre de acero

En el siguiente punto se tienen las especificaciones técnicas exigidas por EMMEDUE® a todas sus plantas en el mundo.

3.1.1. Poliestireno expandido

El poliestireno expandido (EPS) es un material plástico espumado, derivado del poliestireno y utilizado en el sector del envase y la construcción. Es un material con muchas características, por lo que hace que éste sea tenido en cuenta a la hora de realizar diferentes tipos de proyectos. Dentro de sus características más importantes están:

- Aislante térmico
- Aislante acústico
- Ligereza
- Capacidad de absorción de los impactos
- Resistencia a la humedad
- No se pudre
- No se enmohece, ni se descompone

Las características requeridas del EPS por una planta para la fabricación de paneles EMMEDUE® son las siguientes:

- Ignífugo

- Anti flama
- Auto extinguable
- Pentano entre 5.5 y 6.4 % como agente expansor
- Densidad aproximada de 640 Kg/m³
- Tamaño de la perla entre 1.18 y 2.50 mm

Todo esto con el fin de obtener EPS de excelentes características y así lograr ofrecer productos de la mejor calidad y con el sello EMMEDUE®.

El almacenamiento debe ser en un lugar cerrado, a temperatura ambiente, evitando al máximo la humedad y donde tenga la posibilidad de estar ventilado. Se debe estar seguro que la materia prima no tendrá ningún tipo de contacto con chispas, llama o cambios de temperatura, ya que el pentano que esta contiene es explosivo.

Al momento de recibir los contenedores con materia prima se debe hacer un exhaustivo control, revisando sellos del contenedor, techos y puertas en buenas condiciones, "big bags" de materia primas totalmente sellados, sin rotos, fecha de fabricación posterior a seis meses, revisar papeles de nacionalización, pesos de "big bag" recibido contra facturado y esperar con las puertas abiertas del contenedor una hora, antes de descargar el material.

Ilustración 16."Big bag" EPS



(BARRIENTOS P. , Poliestireno expandible Planta Durapanel , 2011)

3.1.2. Alambre de acero

El tipo de alambre de acero que se requiere para la fabricación de la malla en la construcción de paneles EMMEDUE® es un alambre de acero galvanizado, el cual debe ser de bajo carbono, trefilado en frío y con recubrimiento superficial de zinc.

Éste debe tener un acabado superficial galvanizado brillante, libre de oxidación, grietas, poros, torceduras, golpes, picaduras, desprendimientos metálicos y libres de suciedad.

La norma técnica con la cual se trabaja es la N.T.C. 2403 Alambre de acero de bajo carbono galvanizado para usos generales.

El material es un 1023 de grado SAE, y es usado para la fabricación de alambre entre 2.50 y 3 mm.

Dentro de las características físicas y químicas que se requieren para cumplir con las especificaciones de calidad de los paneles EMMEDUE® se tiene lo siguiente:

- Diámetro (mm): 2.30; ± 0.04
- Resistencia (Kgf/mm^2): min.:73, máx.:87
- Ovalidad (mm): máx.:0.02
- Punto de fluencia (Kgf/mm^2): min.:64, máx.:74
- Elongación: >8
- Capa de Zinc (g/m^2): min.:55, máx.:75

Dentro de la presentación del producto para poder manipularlo en la planta y para poder ser instalado en las máquinas se requiere lo siguiente:

- Diámetro/Rollo interno (mm): 45
- Diámetro/Rollo externo (mm):90
- Peso/Rollo (Kg): min.:500, máx.:700

Ilustración 17. Presentación Alambre de Acero



(PROALCO, 2006)

Uno de los puntos más críticos de este producto es la parte del empaque y rotulado y el almacenamiento. En la parte del empaque y rotulado se tiene que cada rollo debe llevar seis amarras distanciadas a 90° con zuncho metálico. Esto lo que hace es evitar que el rollo se chorree y que posteriormente, al estar puesto en los spiders se enrede y se reviente, creando así paros constantes en la producción y poniendo en peligro los operarios.

En la parte del almacenamiento se deben tener todos los rollos almacenados bajo techo, libre de humedad y de cambios bruscos de temperatura. No se deben exponer a ambientes ácidos u oxidantes y se debe evitar cualquier tipo de golpe que afecte la superficie de estos.

Todos estos deben ser manipulados con la monta carga debido a su peso y con el fin de evitar accidentes en la planta.

3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS PROCESOS

Para la fabricación de paneles EMMEDUE®, se tienen que tener muy claros los diferentes tipos de procesos y sub procesos que se realizan en la planta, desde la elaboración del poliestireno, hasta el ensamble del panel. Los procesos y sub procesos realizados en una planta EMMEDUE® son los siguientes:

- Proceso de elaboración de los bloques (expansión y moldeo final.)
 - o Sub proceso de pre expansión
 - o Sub proceso de molido
 - o Sub proceso de reposo intermedio y estabilización
- Proceso de corte de láminas
- Proceso de elaboración de mallas
 - o Sub proceso de elaboración de transversales
- Proceso de elaboración de paneles
 - o Sub proceso de reproceso
 - o Sub proceso de corte
- Proceso de elaboración de accesorios

3.2.1. Proceso de elaboración de los bloques

Éste es el primer proceso que se hace en la planta y tienes el fin de formar los bloques de poliestireno expandido. Esta está compuesta por siguientes cuatro etapas.

3.2.1.1. Sub proceso de pre expansión

La primera es la etapa de Pre-expansión que es donde el Styropor, o también llamando poliestireno expandible, materia prima la cual viene en granos y es obtenida de la polimerización del estireno en presencia de pentano, el cual actúa como agente expansor, es calentada en un Pre-Expansor por medio de vapor de agua a una temperatura aproximada entre 80 y 110°C, lo cual hace que el agente expansor reaccione y haga que las partículas aumenten aproximadamente 50 veces más en comparación con su tamaño inicial. Este proceso es hecho en todo momento en presencia de unos agitadores que lo que hacen es hacer que no se peguen las partículas y que no se formen grumos.

Uno de los puntos más importantes en éste proceso es la selección de la densidad, la cual es muy importante a la hora de obtener el producto requerido, en

este caso depende del tipo de panel que se vaya a fabricar. Ésta densidad va en función de la temperatura y del tiempo, la cual va disminuyendo a medida que aumenta la temperatura y el tiempo. No sobra decir que la densidad depende mucho de la materia prima, ya que dependiendo de esta se selecciona el fabricante o la referencia a comprar.

Posteriormente, después de pre expandir las perlas, se sigue con el enfriamiento y secado de estos, para continuar hacia el transporte a los silos.

Ilustración 18. Máquina para proceso de Pre-Expansión



(MAQPOL)

3.2.1.2. Reposo intermedio y estabilización

Después de ser transportadas las perlas a los silos, éstas permanecen almacenadas durante 12 a 24 horas, dependiendo del tipo de materia prima. No sobra decir que en este momento del proceso las perlas cuentan con 90% de aire. Lo que se obtiene al enfriarse es crear un vacío interior que se debe compensar con la penetración de aire por difusión. Esto con el fin de alcanzar la estabilidad mecánica necesaria para mejorar su capacidad de expansión y hacer más efectiva la última etapa.

Ilustración 19. Silos de Almacenamiento



(PRILLWITZ, 2004)

3.2.1.3. Sub proceso de molido

Para conservar el medio ambiente, bajar costos y hacer un buen uso de los desperdicios se utiliza el sub proceso de molido. Éste lo único que hace es aprovechar los desechos y desperdicios de laminas y pedazos de poliestireno, con el fin de molerlos, almacenarlos en uno silos especiales para material reciclado y posteriormente ser mezclados y utilizados en la elaboración de bloques.

La cantidad de material molido depende mucho del tipo de bloque que se esté produciendo en el momento. Los bloques que se manejan normalmente en inventario son los siguientes:

- 100% Virgen: Este bloque es totalmente con perlas vírgenes.
- 70% Virgen, 30% Reciclado: Este bloque contiene 70% de perla virgen y 30% de material reciclado, lo que quiere decir que contiene aproximadamente 30 kilogramos de material virgen y 9 kilogramos de material reciclado.
- 40% Virgen, 60% Reciclado: Este bloque contiene 40% de perla virgen y 60% de material reciclado, lo que quiere decir que tiene 23 kilogramos de material virgen y 16 kilogramos de material reciclado.

- 20% Virgen, 80% Reciclado: Este bloque contiene 20% de perla virgen y 80% de material reciclado, lo que quiere decir que tiene 13 kilogramos de material virgen y 26 kilogramos de material reciclado.

Ilustración 20. Maquina para sub proceso de molido



(BARRIENTOS, 2011)

3.2.1.4. Expansión y moldeo final

Esta es la última etapa, donde la materia prima pasa a una bloquera para terminarse de expandir, soldarse y moldearse. Para hablar un poco sobre la bloquera, se puede decir que ésta está compuesta por un molde o tapas, las cuales están llenas de agujeros por los cuales sale el vapor que es el que hace que las perlas se ablanden, que el pentano se volatilice, que el vapor entre nuevamente en las cavidades y que las perlas se terminen de expandir, de soldarse y moldearse como se había dicho anteriormente.

Sobre la densidad del bloque, se puede decir que en los paneles EMMEDUE® tienen una densidad máxima de 15 Kg/m³ y mínima de 13 Kg/m³, dependiendo del tipo de panel que se vaya a fabricar. Sin embargo, como para EMMEDUE® es tan importante el medio ambiente, normalmente las perlas son pre-expandidas a 17 Kg/m³ y posteriormente, mezcladas con material reciclado, el cual hace que los bloques bajen su densidad hasta lo necesario. Posteriormente se hablará sobre el proceso de reciclado. (TESTOS CIENTIFICOS, 2005)

Ilustración 21. Bloquera para moldeo de poliestireno cerrada.



(EMMEDUE, 2009)

Ilustración 22. Bloquera para moldeo de poliestireno con bloque.



(EMMEDUE, 2009)

Ilustración 23. Bloques de poliestireno expandido



(EMMEDUE, 2009)

3.2.2. Proceso de corte de láminas

En el proceso de corte de láminas se usa un pantógrafo computarizado de dos ejes, el cual corta las laminas o perfiles necesarios automáticamente de las dimensiones que se requieran por medio de unos alambres de ferroníquel, a los cuales se les aplica una corriente que hace que atraviesen los bloques de poliestireno, los cuales son transportados por medio de bandas hasta terminar el corte de todo el bloque. Para poder hacer estos cortes, es necesario previamente diseñar los programas en AutoCad®, para posteriormente ingresarlo al PLC y obtener laminas en buenas condiciones. No sobra decir que este proceso es muy importante, ya que de la buena ondulación y calidad de las láminas dependen los siguientes procesos y el acabado final de los paneles.

Ilustración 24. Pantógrafo para proceso de corte de láminas



(EMMEDUE, 2009)

3.2.3. Proceso de elaboración de mallas

Este proceso, como su nombre lo dice, es donde se elaboran las mallas que posteriormente serán conectadas con las láminas de poliestireno para formar el producto final, paneles. En este proceso lo que hace es ensamblar las mallas por

medio de electro soldadura, con unos diámetros de alambre mínimos de 2.3 mm y máximo de 8 mm.

La malla está conformada por unos elementos longitudinales y unos transversales. Para los longitudinales, la enmalladora lo que hace es enderezar el alambre, el cual viene en rollos, la cantidad de longitudinales depende de la malla que se esté fabricando, al igual que los transversales pero estos tienen que pasar por otro sub proceso, que es de enderezado y cortado, para posteriormente alimentar la tolva de la enmalladora. Al momento de ensamblar la malla, la distancia entre los transversales puede variar, a lo que se le llama el paso, este se debe cuadrar en el PLC, al igual que la longitud de la malla que se requiere, para que posteriormente se corte la malla y se almacene automáticamente en estibas.

Ilustración 25. Máquina enmalladora para fabricación de mallas



(EMMEDUE, 2009)

3.2.4. Proceso de elaboración de paneles

Los paneles, el producto final que es producido en las plantas EMMEDUE®, consiste en unir las dos mallas con la lamina de poliestireno onduladas. La unión de estas se hace por medio de unos conectores de alambre de calibre 3 mm, los cuales atraviesan las laminas de poliestireno y se unen por medio de electro soldadura.

Ilustración 26. Maquina paneladora para ensamble de paneles



(EMMEDUE, 2009)

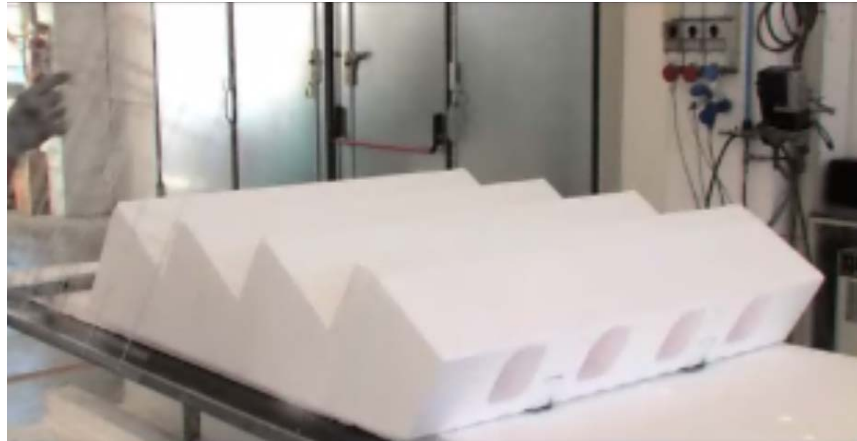
3.2.4.1. Sub proceso de reproceso

Por muchas razones, muchos de los paneles ya procesados por la Paneladora, salen con defectos. Los diferentes tipos de defectos son:

- Conectores que no quedan electro soldados
- Conectores muy largos
- Daño de la malla

Por estas razones, y por estricto control de calidad, si los paneles salen con más de 5% de conectores largos o mal electro soldados pasan a este proceso, donde por medio de una soldadora manual se arreglan los conectores que no alcanzaron a soldar y se cortan los conectores largos con una cizalla neumática ubicadas en la mesa de reproceso. Es un proceso muy sencillo, pero muy importante, para poder satisfacer las necesidades y requerimientos de los clientes.

Ilustración 27. Soldadora Manual para reproceso de paneles



(EMMEDUE, 2009)

3.2.4.2. Sub proceso de corte

Según los requerimientos de los clientes, hay paneles que deben ser suministrados con unas dimensiones diferentes a 1.2 metros, ancho único requerido por la paneladora. Por esta razón se cuenta con este proceso, el cual consiste en una cortadora radial, la cual corta a la dimensión requerida.

Ilustración 28. Maquina cortadora radial para sub proceso de corte



(BARRIENTOS P. , Foto cortadora radial planta Durapanel, 2011)

3.2.5. Proceso de elaboración de accesorios

Los accesorios son productos necesarios para la instalación de los paneles, los cuales también son producidos en planta. Es un proceso sencillo en el que lo único que hace la máquina es doblar y cortar la malla elaborada por la enmalladora, de las dimensiones necesarias para la elaboración de RG1, RG2 y RGU. Posteriormente se explicaran y mostraran estos accesorios.

Ilustración 29. Máquina dobladora para elaboración de accesorios



(EMMEDUE, 2009)

3.3. DESCRIPCIÓN DE LOS EQUIPOS

Como se explicó anteriormente hay seis máquinas indispensables en el proceso para la fabricación de paneles EMMEDUE®, sin embargo detrás de estas hay otras que son importantes diariamente para lograr los objetivos principales y para tener un buen desempeño tanto en producción como en calidad. Las seis máquinas indispensables son:

- Pre-Expansor
- Bloquera
- Pantógrafo
- Enmalladora

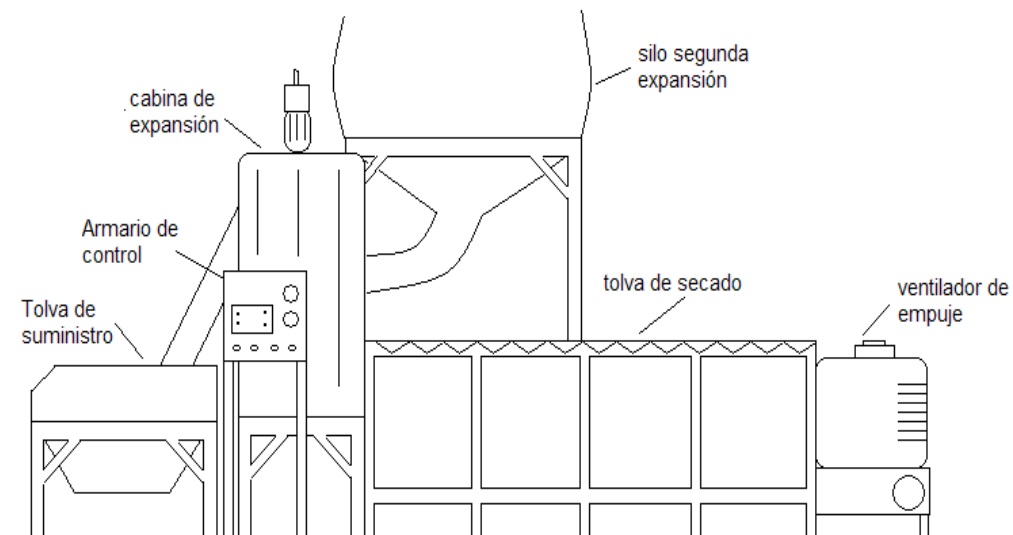
- Paneladora
- Dobladora

Hablando un poco sobre las máquinas anteriores y sobre sus principales componentes tenemos:

3.3.1 Pre-Expansor

Como se vio en el punto anterior, el pre-expansor lo que hace es expandir el poliestireno expandible con ayuda de vapor de agua. La densidad a la cual se le introduce la materia prima y a la cual sale después de pre-expandir depende de la materia prima, de la calidad, la marca y de lo que se requiera.

Ilustración 30. Pre-Expansor y sus partes



(ALESSIO, 2007)

Los componentes principales de un Pre-Expansor son los siguientes (de izquierda a derecha según ilustración 30):

- Tolva de suministro: En la tolva de suministro es por donde se alimenta el pre-expansor con la materia prima llamada poliestireno expandible. Esta lo que hace es soportar el “big bag”. Además de esto, acá es donde se sujeta el tornillo alimentador de cabina de expansión, que es por donde sube el material

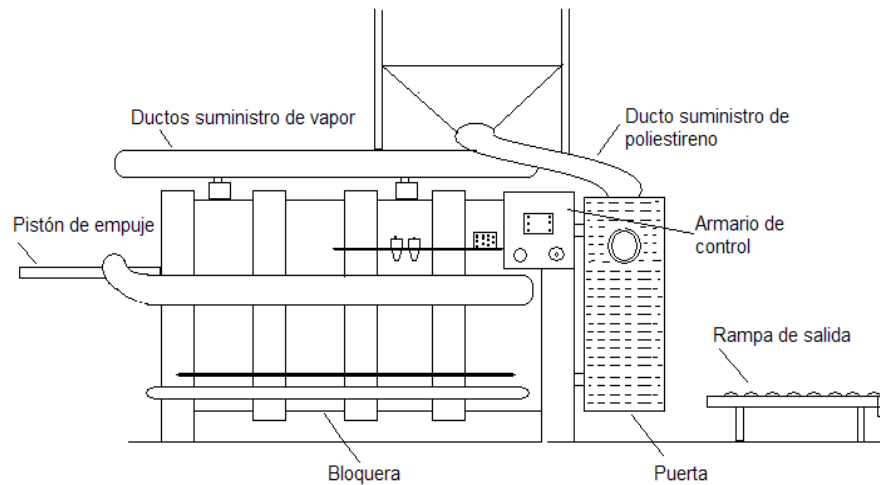
de una manera continua y automática, dependiendo de la densidad que se requiera.

- Armario de control: Éste es un tablero PLC donde se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos requeridos para programar la máquina. Funciona de la misma forma como lo hace un computador y con sistema operativo Windows.
- Cabina de expansión: Dependiendo de la densidad que se requiere, a la cabina de expansión entra la materia prima virgen, donde por medio de vapor , unas paletas y una cuchilla que tiene en la parte inferior giran constantemente dentro de esta cabina, las partículas reaccionan con el pentano y expande el material.
- Silo segunda expansión: Esta función la tienen sólo algunos Pre-expansores y tiene como fin repetir, almacenar un rato la materia prima que ya fue expandida, con el fin de repetir el ciclo y bajar más la densidad. Éste es usado únicamente cuando se requieren densidades muy bajas.
- Tolva de secado: Después de estar el material pre-expandido, al salir de la cabina de expansión entra a la tolva de secado, donde se le inyecta aire con el fin de secar el material y evitar que se peguen las partículas formando grumos y causando obstrucciones en los ductos de transporte.
- Ventilador de empuje: Cuando el proceso de secado finaliza, el material pre-expandido debe ser transportado hacia los silos. El ventilador de empuje lo que hace es transportar este material al sitio donde se almacenara.(ALESSIO, 2007)

3.3.2 Bloquera

La bloquera es la máquina encargada de moldear los bloques de poliestireno expandido. Con el mismo principio que tiene el pre-expansor, al llenar esta de materia prima, posteriormente se inyecta vapor y se crea un vacío, donde la materia prima, la cual todavía no se ha terminado de expandir y continua con pentano, se termina de expandir, compactando el material y formando los bloques, cuyas densidades varían dependiendo de lo requerido. Las dimensiones de los bloques dependen del tipo de bloquera que se tenga.

Ilustración 31. Bloquera y sus partes



(Brömser, 2006)

Las componentes principales de una bloquera son las siguientes (de izquierda a derecha según la ilustración 31):

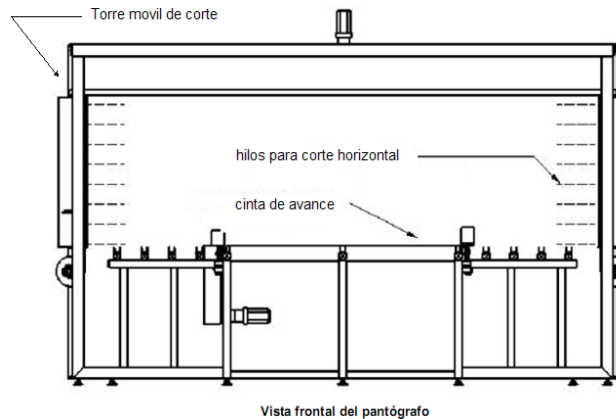
- **Pistón de empuje:** La función de este pistón el cual está ubicado en la parte de atrás es ayudarle al vapor a la hora de expulsar el bloque, ya que al expandirse tanto las perlas, estas ejercen una presión muy grande con las paredes interiores de la bloquera, haciendo que sea insuficiente la fuerza generada por el vapor.
- **Ductos suministro de vapor:** El vapor es transportado por medio de ductos, desde la caldera hasta la bloquera. Son varios ductos los cuales están repartidos por cada diferente tapa que tiene la bloquera, con el fin de suministrar lo más homogéneo posible el vapor al bloque, y que las perlas queden igual de cocidas. Cada tapa interior las cuales están compuestas de aluminio están llena de huecos de aproximadamente 2 mm, con el fin de repartir un poco el vapor y no quemar las perlas al entrar tanto flujo de vapor directamente a la materia prima.

- Bloquera: Rectángulo diseñado para soportar altas presiones y vacío, el cual está compuesto por láminas de aluminio llenas de orificios para facilitar el ingreso del vapor homogéneamente por todas las caras del bloque.
- Ducto de suministro poliestireno: En la puerta de la bloquera, se encuentra un orificio a donde va conectado el ducto de suministro poliestireno. Éste, en su otro extremo está conectado al silo donde se almacena el poliestireno expandido. Éste también tiene un pistón, el cual se abre para alimentar la bloquera y se cierra cuando esta ya se encuentra llena y va a empezar el ciclo de creación del bloque.
- Armario de control: Éste es un tablero PLC donde se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos requeridos para programar la máquina.
- Puerta: La puerta es por donde sale el bloque, esta funciona igual que las otras caras de la bloquera, ya que también posee entrada de vapor y orificios en su tapa interior. Es muy importante el buen funcionamiento de esta, para que funcione el vacío y cuando es necesario la alta presión de vapor dentro de esta. Además por esta es por donde es alimentada la máquina con el poliestireno expandido.
- Rampa de salida: A la salida de la bloquera, se encuentra una estructura conformada por rodillos y por un sensor. Los rodillos lo que hacen es hacer que el bloque al salir se deslice con facilidad para posteriormente ser almacenado, y el sensor lo que hace es darle la orden a la bloquera de empezar a producir un bloque nuevo.(Brömser, 2006)

3.3.3 Pantógrafo

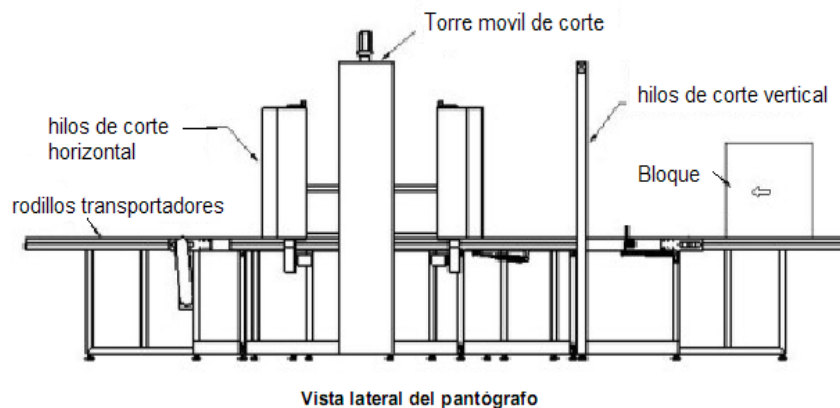
El pantógrafo es una máquina especializada para cortar poliestireno expandido por medio de alambres de ferromniquel a los cuales se les aplica una corriente y por medio de calor los va cortando. En este caso, la programación recibida en su tablero PLC, le da órdenes a éste para cortar láminas onduladas del espesor, dimensiones y forma requerida dependiendo del tipo de panel que se requiera.

Ilustración 32. Vista frontal del pantógrafo



(EMMEDUE, Manual operativo de Pantógrafo Emmedue PTP 01, 2007)

Ilustración 33. Vista lateral del pantógrafo



(EMMEDUE, Manual operativo de Pantógrafo Emmedue PTP 01, 2007)

Las componentes principales de un pantógrafo son las siguientes (de izquierda a derecha según la ilustración 32 y 33):

- Torre móvil de corte: Gracias a esta torre móvil, la máquina está en capacidad de cortar las láminas onduladas requeridas para la fabricación de paneles. Esta torre tiene un movimiento en el eje Y, el cual está sincronizado con el movimiento de la banda transportadora de bloques. El movimiento de esta torre está controlado por el PLC.

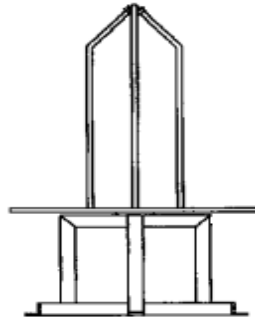
- Cinta de avance: La banda transportadora está compuesta por dos rodillos de aluminio en los extremos y una base interior por donde se desliza esta.
- Rodillos transportadores: Estos rodillos lo que hacen es facilitar el movimiento de los bloques tanto en la parte inicial como en la parte final, donde la banda transportadora todavía no actúa. A diferencia de la banda transportadora, esta no tiene motor.
- Barras soporte hilos corte horizontal: Los hilos de corte horizontales están soportados por dos barras de cobre, donde se sujetan los hilos de ferroníquel y les suministran corriente a estos. Dependiendo de lo que se necesite, los hilos son ubicados a diferentes distancias y diferente número de hilos.
- Barras soporte hilos de corte vertical: Los hilos de corte verticales están soportados por dos barras de cobre, donde se sujetan los hilos de ferroníquel y les suministran corriente a estos. Dependiendo del largo que se necesite, se ubican los hilos. La dimensión mínima posible es de 2700mm.
- Armario de control: Éste es un tablero PLC donde se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos requeridos para programar la máquina. Funciona de la misma forma como lo hace un computador y con sistema operativo Windows.(EMMEDUE, Manual operativo de Pantógrafo Emmedue PTP 01, 2007)

3.3.4 Enmalladora

La enmalladora como su nombre lo dice es la máquina que se encarga de ensamblar por medio de electro soldadura las mallas. Normalmente, tiene unos rangos entre 1.5 mm y 8 mm de diámetro para el alambre de acero, para poder ensamblar las mallas. Dependiendo de la malla que se vaya a realizar, varían tanto los longitudinales, como los transversales. La máquina está compuesta por unos spiders, los cuales por cada longitudinal hay uno de estos, los cuales van desenrollando a medida que se va produciendo la malla. A diferencia de los longitudinales, los transversales son realizados en una máquina diferente llamada enderezadora, la cual lo único que hace es enderezar y cortar varillas de 124 mm, estas posteriormente son introducidas en una tolva para alimentar la enmalladora

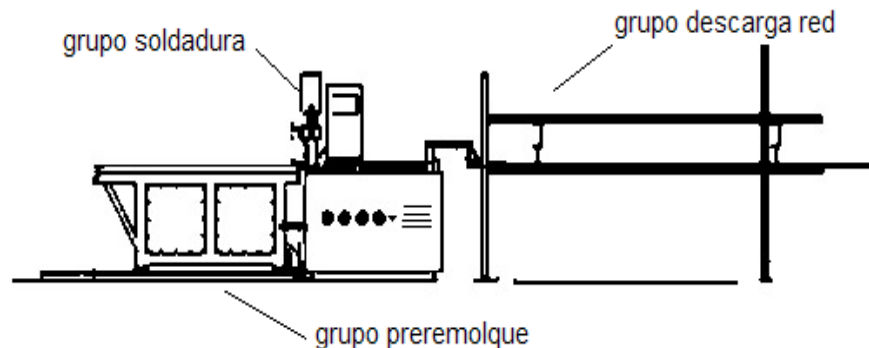
e ir bajando para ser electro soldados cada cierta medida. Esta medida depende del paso que se requiera, el cual es cuadrado en el tablero PLC. Finalmente, cuando la malla llegue a la longitud requerida, esta corta, y se almacena automáticamente en una estiba.

Ilustración 34. Spider



(EMMEDUE, Manual operativo de Enmalladora Emmedue SRM/02 – T2, 2007)

Ilustración 35. Enmalladora y sus partes



(EMMEDUE, Manual operativo de Enmalladora Emmedue SRM/02 – T2, 2007)

Las componentes principales de una enmalladora son las siguientes (de izquierda a derecha según la ilustración 34 y 35):

- Spider: Los spiders, son una estructura que gira en su propio eje, la cual soporta los rollos de alambre que necesita la enmalladora para formar los

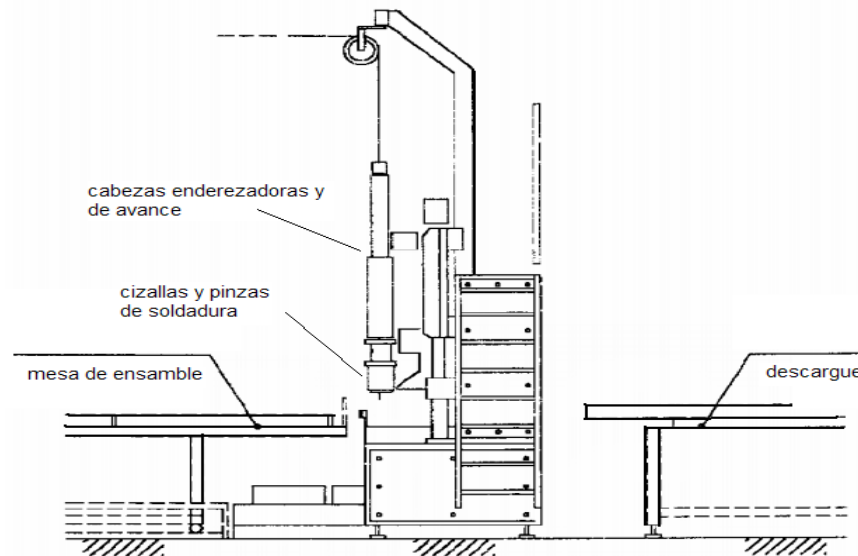
longitudinales de las mallas. Estos giran a medida que la enmalladora vaya necesitando alambre.

- Estructura pre-remolque: La estructura pre-remolque está conformada por rodamientos y pistones, los cuales halan y enderezan sincronizada y homogéneamente todos los longitudinales y los dejan listos para posteriormente pasar al proceso de electro-soldadura.
- Electro-soldadura: En la parte de electro soldadura, los longitudinales van avanzando, mientras que de la tolva alimentadora de transversales va cayendo uno por uno, según el paso requerido. La máquina va alineando y enderezando cada uno de estos, los cuales se apoyan en 7 electrodos esperando que los otros 7 que se encuentran en la parte de arriba los golpeen, provocando una chispa y electro-soldando estos con los longitudinales.
- Cizalla de corte: Al finalizar la longitud de la malla requerida, por medio de unos pistones, el tablero PLC le da una orden a estos para que abran y corten la malla con esta cizalla.
- Descarga de malla: Finalmente después de cortar la malla y de haber terminado todo el proceso de elaboración, la malla es transportada por medio de un bastidor que la lleva hasta cierto punto, donde se encuentra una estiba y así quedar almacenada y ordenada. Posteriormente es recogida toda la estiba con la monta carga para continuar el proceso productivo.
- Armario de control: Éste es un tablero PLC donde se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos requeridos para programar la máquina. (EMMEDUE, Manual operativo de Enmalladora Emmedue SRM/02 – T2, 2007)

3.3.5 Paneladora

La paneladora es la máquina que saca finalmente el producto. Es una máquina muy sencilla que lo que hace es unir por medio de electro-soldadura la lámina de poliestireno con las dos mallas de acero, por medio de unos conectores de alambre de acero galvanizado.

Ilustración 36. Paneladora y sus partes



(EMMEDUE, Manual operativo de Paneladora Emmedue PRM/01-1C/T6, 2007)

Las componentes principales de una paneladora son las siguientes (de izquierda a derecha según la ilustración 34y 36):

- Spider: Los spiders, son una estructura que gira en su propio eje, la cual soporta los rollos de alambre que necesita la paneladora para atravesar y conectar las mallas de acero. Estos giran a medida que la paneladora vaya necesitando éste.
- Mesa de ensamble: Es la mesa donde se descarga la malla y la lamina de poliestireno, se acomoda, se endereza para pasar al proceso de conexión.
- Conexión: La conexión está compuesta por dos partes importantes. Las cizallas, las cuales tienen como función cortar los conectores dependiendo del tamaño pre establecido en el tablero PLC y las pinzas de soldadura, las cuales tienen como función electro soldar los conectores con las mallas ubicadas en los dos extremos del panel.
- Cabezas enderezadoras y de avance: Las cabezas enderezadoras, como el nombre lo dice, lo que hacen es enderezar el alambre para que éste atraviese

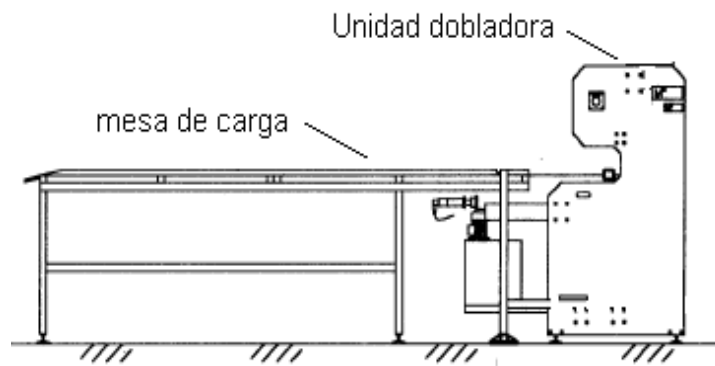
la lámina de poliestireno derecha y coincida con los longitudinales de la malla inferior. Al ir enderezando estas, van halando los rollos de alambre para obtener la longitud necesaria para conectar el panel. Esta longitud depende del espesor del panel que se esté ensamblando.

- Mesa de descarga: En esta mesa es donde sale el panel después de ser conectado. Es importante, ya que en esta se apoya y se evita que se pandee éste, además es la mesa donde se le hace el control de calidad y se define si pasa a reproceso o no.
- Armario de control: Éste es un tablero PLC donde se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos requeridos para programar la máquina. (EMMEDUE, Manual operativo de Paneladora Emmedue PRM/01-1C/T6, 2007)

3.3.6 Dobladora

La máquina dobladora está diseñada para realizar los accesorios necesarios para la instalación de paneles en las obras (RG1, RG2 y RGU) y para doblar la malla para los paneles escaleras. Además de doblar, la máquina tiene la capacidad de cortar la malla a la dimensión requerida.

Ilustración 37. Dobladora y sus partes



(EMMEDUE, Manual operativo de Dobladora Emmedue PSC/02, 2007)

Las componentes principales de una dobladora son las siguientes (de izquierda a derecha según la ilustración 37):

- Mesa de carga: La mesa de carga es la parte donde se apoya la malla que va a ingresar al proceso de doblado. El operario se encarga de ponerla y cuadrarla en la máquina, pero unas pinzas automáticas se encargan de ir halando la malla la longitud requerida.
- Unidad dobladora: La unidad dobladora es a donde las pinzas ubican la malla para posteriormente ser doblada por medio de unos rodillos. Dependiendo del accesorio que se vaya a realizar sus dimensiones pueden variar. Después de doblar esta como se quiere, pasa a la parte final que es la del corte por medio de una cizalla neumática.
- Armario de control: Éste es un tablero PLC donde se encuentran todos los componentes eléctricos y electrónicos requeridos para programar la máquina. (EMMEDUE, Manual operativo de Dobladora Emmedue PSC/02, 2007)

4. FLUJO DE PROCESOS, MATERIAS PRIMAS Y LAYOUT PLANTA

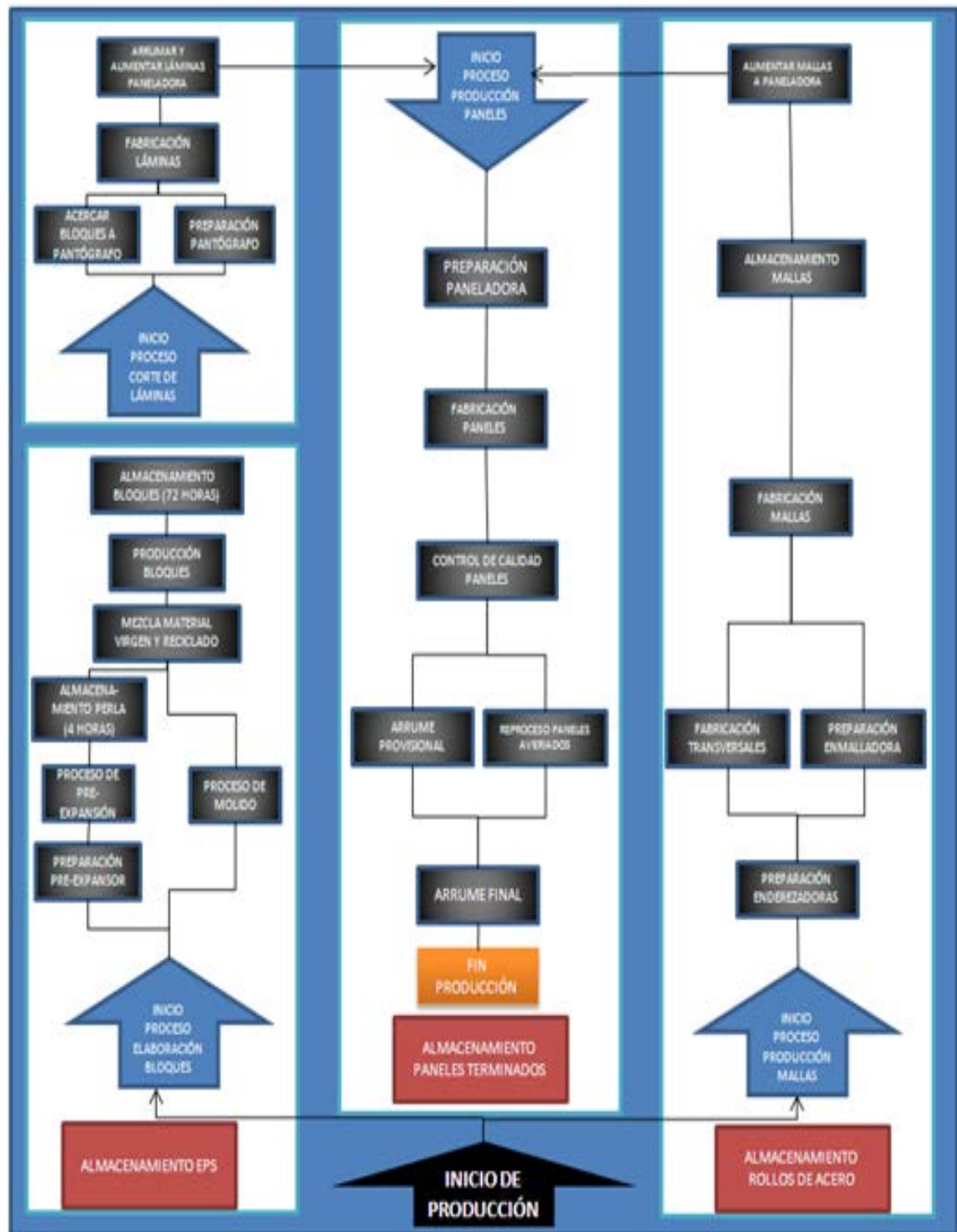
En este capítulo se desea mostrar como es el flujo de procesos y de materias primas que se tiene al momento de fabricación de los paneles al igual que el layout ideal de la planta. Para la elaboración de estos se tiene que tener en cuenta lo siguiente:

- La planta está dividida en tres áreas, las cuales son el área de poliestireno, área de elaboración de mallas y área de elaboración de paneles.
- Al realizar el flujo de procesos y de materias primas al igual que el layout se tiene que tener en cuenta que queden todos los procesos integrados, reducir al máximo los movimientos entre operaciones, distribuir lo mejor posible las maquinas con el fin de usar todos los espacios, tener en cuenta la secuencia que tiene el proceso para la ubicación de maquinaria y de materia prima , flexibilidad al momento de requerirse cualquier cambio, seguridad tanto para los operarios como para los visitantes y un control visual en toda la planta.

4.1. FLUJOS DE PROCESOS Y MATERIAS PRIMAS

En la ilustración 38 se muestra el ciclo de fabricación de los paneles, teniendo en cuenta que se debe facilitar la entrada de materias primas y la salida del panel terminado.

Ilustración 38. Ciclo fabricación paneles

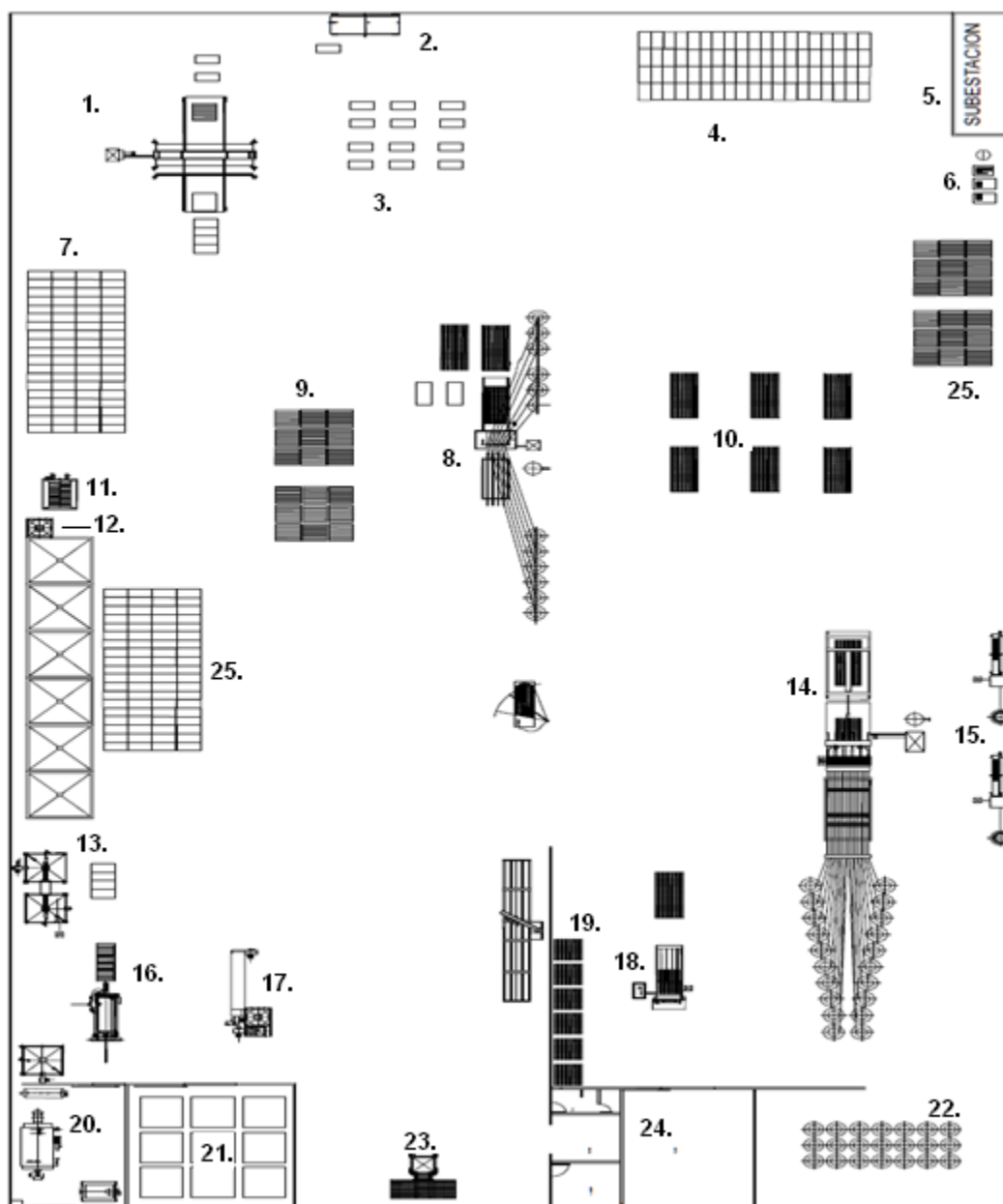


(BARRIENTOS P. , Ciclo de fabricación paneles EMMEDUE, 2010)

4.2. LAYOUT

En la ilustración 39 se tiene el layout ideal donde se tiene en cuenta lo anteriormente mencionado, adicional a esto la tabla 2 se detalla el layout.

Ilustración 39. Layout ideal



(BARRIENTOS P. , Layout planta EMMEDUE, 2010)

Tabla 2. Lista de máquinas layout

NÚMERO	ITEM
1	PANTÓGRAFO
2	PANTÓGRAFO PEQUEÑO
3	ARRUMES DE LÁMINA POLIESTIRENO
4	ARRUME DE BLOQUES
5	SUBESTACIÓN ELECTRICA
6	COMPRESORES Y PULMÓN
7	ARRUME DE BLOQUES
8	PANELADORA
9	ARRUME DE PANELES TERMINADOS
10	ESTIBAS MALLA TERMINADA
11	MOLINO
12	CICLON
13	SILOS DE ALMACENAMIENTO MATERIA PRIMA
14	ENMALLADORA
15	ENDEREZADORAS
16	BLOQUERA
17	PRE-EXPANSOR
18	DOBLADORA
19	INVENTARIO ACCESORIOS
20	CALDERA
21	CUARTO ALMACENAMIENTO EPS
22	CUARTO ALMACENAMIENTO ACERO
23	MONTA CARGAS
24	OFICINAS
25	ARRUME DE BLOQUES

5. SELECCIÓN DE MAQUINARIA, PERSONAL Y MONTAJE PLANTA

En este capítulo se muestra la demanda dada por Sistemas Constructivos Avanzados con el fin de seleccionar la maquinaria adecuada para producir ésta. Posteriormente se detalla más a fondo la capacidad de la planta según la maquinaria seleccionada, las características de la bodega requerida para el montaje de la planta, el personal requerido tanto para el área operativa como administrativa y el proceso de montaje de la planta.

5.1. DEMANDA DADA POR SISTEMAS CONSTRUCTIVOS AVANZADOS

En la tabla 3 se puede ver la demanda que Sistemas Constructivos requiere producir en m² diarios y anual durante 10 años.

Tabla 3. Demanda dada por Sistemas Constructivos Avanzados

AÑO	M2 PROMEDIO DIARIOS	M2 ANUALES
1	400	123.428,57
2	600	185.142,86
3	800	246.857,14
4	1000	308.571,43
5	1000	308.571,43
6	1000	308.571,43
7	1000	308.571,43
8	1000	308.571,43
9	1000	308.571,43
10	1000	308.571,43

5.2. SELECCIÓN MAQUINARIA IDEAL

Además de ser EMMEDUE® el sistema con el que se construye por medio de paneles de poliestireno y de ser el que tenga la patente del producto, también se dedican a fabricar sus propias maquinarias para la producción de los paneles. Por lo que se facilita la selección de maquinaria, puesto que ellos son los únicos fabricantes de la mayoría de máquinas importantes que se encuentran en la planta de producción y también, debido a que no hay muchas referencias.

Más adelante se pueden ver las matrices ponderadas las cuales se usaron para seleccionar la maquinaria ideal. No sobra decir que varias de las máquinas que se usan en el proceso, solamente hay una referencia, por lo que no hubo necesidad de hacer estas.

Para la selección de maquinaria ideal, para cada tipo de máquina se usarán los mismos criterios, sin embargo, como cada máquina, sus funciones, y sus necesidades son diferentes, el factor de ponderación puede cambiar. No sobra decir que mientras más alto sea el factor de ponderación, significa que el criterio es mucho más importante. En la parte superior de cada matriz se explicará el porqué se le da un factor de ponderación, a los criterios que están más altos.

5.2.1. Explicación conceptos con los que se selecciona la maquinaria

o Técnicas

Todos los equipos y las máquinas tienen determinadas características técnicas que pueden influenciar en la selección, entre algunas de ellas podemos citar a las siguientes:

- Acondicionamiento: Característica que señala aquella exigencia que pueda tener el equipo o la máquina para un buen funcionamiento.
- Accionamiento: Si es fácil o presenta algunas dificultades, la operación del equipo.
- Capacidad y velocidad: Lo cual estará ligada a la capacidad de producción de la planta.

- Características de operación: Indicando si existen particularidades específicas, para los equipos.
- Simultaneidad: Si puede operar conjuntamente con otras máquinas o equipos, o si puede producir uno o más productos.
- Confiabilidad: Relacionada con sus especificaciones en forma general.
- Modularidad: En relación fundamentalmente a la capacidad de producción.
- Rasgos especiales: Especificaciones que pueden ser muy particulares, en relación a otros equipos o máquinas.

o Costos

El aspecto económico relacionado con los equipos y máquinas debe ser analizado en el contexto de los siguientes aspectos:

- Adquisición: Es el monto que corresponde a la adquisición del equipo o de la maquinaria que precisa el proyecto. El monto involucra generalmente el equipo instalado.
- Personal: Cuando exista la exigencia de ciertas calificaciones para el personal que operará o hará el mantenimiento de los equipos, o cuando haya diferencia numérica en cuanto al requerimiento de personal, debe estimarse el mayor costo que corresponde a estos hechos.
- Materiales: Si los equipos y las máquinas presentan diferencias notorias en sus requerimientos.
- Instalación: Puede obviarse si las diferencias se involucran en el rubro que corresponde a la adquisición.
- Extensión: Si el tamaño los diferencia, de tal forma que exista un mayor requerimiento de espacio físico.
- Operación: Cuando exista una marcada diferencia en los costos de operación entre los equipos que se encuentra considerados en la selección.

o Relación con proveedores

Tomando en consideración que los equipos y las máquinas que precise el proyecto deben mantener un funcionamiento óptimo y permanente es necesario

que en la selección para su adquisición, se tome en consideración aquellos aspectos que están relacionado con la actuación de los proveedores, tales como:

- Entrenamiento: Relacionada con las facilidades que puedan existir para adiestrar al personal que operará y al personal que realizará el mantenimiento de los equipos y las máquinas.
- Mantenimiento: Considerar el servicio de post-venta que ofrecen los proveedores, para un adecuado mantenimiento, basado en una buena infraestructura de personal, talleres, equipos de auxilio en el lugar y un suficiente stock de repuestos
- Simulación: Debe medirse la posibilidad que brinden los proveedores de simular condiciones en las que operarán los equipos y las respuestas que podemos esperar de éstas.
- Demostración: Debemos considerar como etapa previa a la adquisición, un periodo de demostración de la operación de los equipos.
- Pruebas: Complementariamente a la demostración debe evaluarse la posibilidad que el equipo o la máquina pueda someterse a una prueba de operación en las condiciones reales en las que operará.
- Fecha de entrega: Se evaluará la conveniencia de contar con los equipos en la oportunidad que se precise para el proyecto.
- Garantía: Debe considerarse todas las garantías que se ofrezca para los equipos y luego evaluarlas adecuadamente, de tal forma que en la selección del equipo se valore adecuadamente.

o Comportamiento

Un aspecto final a considerar en la selección de la maquinaria y del equipo necesario para el proyecto, es todo aquello que está ligado a su funcionamiento en sí, entre estas particularidades destacan las siguientes:

- Vida útil: Que tendrá el equipo y la maquinaria, y que debiera corresponder al horizonte de vida del proyecto.

- Carga de trabajo: Que puede soportar cada alternativa de equipo que se esté evaluando.
- Capacidad instalada: Que ofrece cada equipo aun cuando se buscará evaluar a aquellos que tengan una capacidad similar.
- Modularidad: Considerando sobre todo para fines de incrementar la capacidad de producción de la planta ó de algunos productos, en función de implementar módulos de producción.
- Requisitos especiales: Debemos considerar aquellas especificaciones que requieran los equipos para que funcionen en forma óptima.(MITECNOLOGICO)

5.2.2. Matrices ponderadas

En esta sección se encuentran las matrices ponderadas donde se evalúan los aspectos anteriormente mencionados para cada máquina.

5.2.2.1. Selección Paneladora

Al de evaluar cada punto que se tiene en la matriz ponderada de selección de la paneladora se tiene que los criterios o indicadores que más se van a tener en cuenta, por el tipo de máquina, sus funciones y el ambiente al que está expuesta esta son: materiales, operación y carga de trabajo.

Tabla 4. Matriz ponderada selección paneladora

CRITERIO/INDICADORES	Factor de ponderación	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
		PANELADORA EMMEDUE PRW01 - 1C/T6		PANELADORA EMMEDUE PRW01 - 2C/T 12R	
Características Técnicas	0,25				
Acondicionamiento	0,0313	5	0,16	5	0,16
Accionamiento	0,0391	4	0,16	4	0,16
Capacidad y velocidad	0,0313	4	0,13	4	0,13
Características de operación	0,0313	5	0,16	5	0,16
Simultaneidad	0,0234	4	0,09	4	0,09
Confiabilidad	0,0313	4	0,13	4	0,13
Modularidad	0,0313	5	0,16	5	0,16
Rasgos especiales	0,0313	4	0,13	5	0,16
Costos	0,25				
Adquisición	0,0385	5	0,19	4	0,15
Personal	0,0385	5	0,19	5	0,19
Materiales	0,0481	5	0,24	5	0,24
Instalación	0,0385	4	0,15	4	0,15
Extensión	0,0385	4	0,15	4	0,15
Operación	0,0481	5	0,24	5	0,24
Relación con proveedores	0,25				
Entrenamiento	0,0455	5	0,23	5	0,23
Mantenimiento	0,0379	4	0,15	4	0,15
Simulación	0,0227	5	0,11	5	0,11
Demostración	0,0379	5	0,19	5	0,19
Pruebas	0,0303	5	0,15	5	0,15
Fecha de entrega	0,0303	4	0,12	4	0,12
Garantía	0,0455	5	0,23	5	0,23
Comportamiento	0,25				
Vida útil	0,0500	5	0,25	5	0,25
Carga de trabajo	0,0600	5	0,30	5	0,30
Capacidad instalada	0,0400	5	0,20	5	0,20
Modularidad	0,0500	4	0,20	4	0,20
Requisitos epaciales	0,0500	4	0,20	5	0,25
TOTALES	1		4,60		4,64

5.2.2.2. Selección Enmalladora

Al de evaluar cada punto que se tiene en la matriz ponderada de selección de la enmalladora se tiene que los criterios o indicadores que más se van a tener en cuenta, por el tipo de máquina, sus funciones y el ambiente al que está expuesta esta son: materiales, operación, vida útil y carga de trabajo.

Tabla 5. Matriz ponderada selección enmalladora

CRITERIO/INDICADORES	Factor de ponderación	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
		ENMALLADORA EMMEDUE SRM02-T2		ENMALLADORA EMMEDUE SRM02-T3	
Características Técnicas	0,25				
Acondicionamiento	0,0338	5	0,17	5	0,17
Accionamiento	0,0270	4	0,11	4	0,11
Capacidad y velocidad	0,0338	4	0,14	4	0,14
Características de operación	0,0405	5	0,20	5	0,20
Simultaneidad	0,0203	5	0,10	5	0,10
Confiabilidad	0,0405	5	0,20	5	0,20
Modularidad	0,0270	4	0,11	4	0,11
Rasgos especiales	0,0270	4	0,11	5	0,14
Costos	0,25				
Adquisición	0,0345	5	0,17	4	0,14
Personal	0,0345	5	0,17	5	0,17
Materiales	0,0517	5	0,26	5	0,26
Instalación	0,0431	5	0,22	5	0,22
Extensión	0,0345	4	0,14	4	0,14
Operación	0,0517	4	0,21	4	0,21
Relación con proveedores	0,25				
Entrenamiento	0,0455	5	0,23	5	0,23
Mantenimiento	0,0455	4	0,18	4	0,18
Simulación	0,0227	5	0,11	5	0,11
Demostración	0,0303	5	0,15	5	0,15
Pruebas	0,0303	5	0,15	5	0,15
Fecha de entrega	0,0303	4	0,12	4	0,12
Garantía	0,0455	5	0,23	5	0,23
Comportamiento	0,25				
Vida útil	0,0625	5	0,31	5	0,31
Carga de trabajo	0,0625	5	0,31	5	0,31
Capacidad instalada	0,0417	5	0,21	5	0,21
Modularidad	0,0417	5	0,21	5	0,21
Requisitos epaciales	0,0417	3	0,13	4	0,17
TOTALES	1		4,64		4,67

5.2.2.3. Selección bloqueera

Al de evaluar cada punto que se tiene en la matriz ponderada de selección de la bloqueera se tiene que los criterios o indicadores que más se van a tener en cuenta, por el tipo de máquina, sus funciones y el ambiente al que está expuesta esta son: operación, mantenimiento, garantía y carga de trabajo.

Tabla 6. Matriz ponderada selección bloqueera

CRITERIO/INDICADORES	Factor de ponderación	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
		BLOQUEERA PANTEL + BRÖMSER GMBH PBB 3,1 x 1,25 x 0,6 m VERTICAL		BLOQUEERA PANTEL + BRÖMSER GMBH PBB 3,1 x 1,25 x 0,6 m HORIZONTAL	
Características Técnicas	0,25				
Acondicionamiento	0,0366	5	0,18	5	0,18
Accionamiento	0,0305	5	0,15	4	0,12
Capacidad y velocidad	0,0366	4	0,15	4	0,15
Características de operación	0,0305	5	0,15	4	0,12
Simultaneidad	0,0244	5	0,12	5	0,12
Confiabilidad	0,0305	4	0,12	4	0,12
Modularidad	0,0305	5	0,15	5	0,15
Rasgos especiales	0,0305	5	0,15	5	0,15
Costos	0,25				
Adquisición	0,0345	5	0,17	4	0,14
Personal	0,0431	4	0,17	4	0,17
Materiales	0,0345	5	0,17	5	0,17
Instalación	0,0431	5	0,22	5	0,22
Extensión	0,0431	4	0,17	5	0,22
Operación	0,0517	5	0,26	5	0,26
Relación con proveedores	0,25				
Entrenamiento	0,0286	5	0,14	5	0,14
Mantenimiento	0,0429	5	0,21	5	0,21
Simulación	0,0357	4	0,14	5	0,18
Demostración	0,0357	5	0,18	5	0,18
Pruebas	0,0357	5	0,18	5	0,18
Fecha de entrega	0,0286	5	0,14	5	0,14
Garantía	0,0429	5	0,21	5	0,21
Comportamiento	0,25				
Vida útil	0,0500	5	0,25	4	0,20
Carga de trabajo	0,0600	5	0,30	4	0,24
Capacidad instalada	0,0500	5	0,25	4	0,20
Modularidad	0,0500	4	0,20	4	0,20
Requisitos especiales	0,0400	5	0,20	5	0,20
TOTALES	1		4,76		4,58

5.2.2.4. Selección pre-expansor

Al de evaluar cada punto que se tiene en la matriz ponderada de selección de la pre-expansor se tiene que los criterios o indicadores que más se van a tener en cuenta, por el tipo de máquina, sus funciones y el ambiente al que está expuesta esta son: operación, mantenimiento, garantía y vida útil. Manual de operación

Tabla 7. Matriz ponderada selección pre-expansor

CRITERIO/INDICADORES	Factor de ponderación	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
		PRE-EXPANSOR ALESSIO PE 0,5 DA		PRE-EXPANSOR ALESSIO PE 0,5 DAS	
Características Técnicas	0,25				
Acondicionamiento	0,0263	4	0,11	4	0,11
Accionamiento	0,0329	3	0,10	3	0,10
Capacidad y velocidad	0,0395	5	0,20	5	0,20
Características de operación	0,0329	5	0,16	5	0,16
Simultaneidad	0,0263	4	0,11	4	0,11
Confiabilidad	0,0329	5	0,16	5	0,16
Modularidad	0,0263	5	0,13	5	0,13
Rasgos especiales	0,0329	5	0,16	5	0,16
Costos	0,25				
Adquisición	0,0417	5	0,21	4	0,17
Personal	0,0333	5	0,17	5	0,17
Materiales	0,0417	4	0,17	4	0,17
Instalación	0,0417	5	0,21	5	0,21
Extensión	0,0417	4	0,17	3	0,13
Operación	0,0500	4	0,20	4	0,20
Relación con proveedores	0,25				
Entrenamiento	0,0286	5	0,14	5	0,14
Mantenimiento	0,0429	5	0,21	4	0,17
Simulación	0,0357	5	0,18	4	0,14
Demostración	0,0286	5	0,14	5	0,14
Pruebas	0,0357	4	0,14	4	0,14
Fecha de entrega	0,0357	5	0,18	5	0,18
Garantía	0,0429	5	0,21	5	0,21
Comportamiento	0,25				
Vida útil	0,0625	5	0,31	5	0,31
Carga de trabajo	0,0521	5	0,26	5	0,26
Capacidad instalada	0,0417	4	0,17	4	0,17
Modularidad	0,0521	5	0,26	5	0,26
Requisitos epaciales	0,0417	5	0,21	5	0,21
TOTALES	1		4,67		4,51

5.2.2.5. Selección pantógrafo

Al de evaluar cada punto que se tiene en la matriz ponderada de selección del pantógrafo se tiene que los criterios o indicadores que más se van a tener en cuenta, por el tipo de máquina, sus funciones y el ambiente al que está expuesta esta son: operación, mantenimiento y carga de trabajo.

Tabla 8. Matriz ponderada selección pantógrafo

CRITERIO/INDICADORES	Factor de ponderación	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
		PANTOGRAFO EMMEDUE PTP 01		PANTOGRAFO EMMEDUE PTP 02	
Características Técnicas	0,25				
Acondicionamiento	0,0305	5	0,15	5	0,15
Accionamiento	0,0305	5	0,15	5	0,15
Capacidad y velocidad	0,0366	5	0,18	4	0,15
Características de operación	0,0305	4	0,12	4	0,12
Simultaneidad	0,0305	5	0,15	5	0,15
Confiabilidad	0,0305	4	0,12	4	0,12
Modularidad	0,0305	4	0,12	4	0,12
Rasgos especiales	0,0305	5	0,15	3	0,09
Costos	0,25				
Adquisición	0,0417	5	0,21	4	0,17
Personal	0,0333	5	0,17	5	0,17
Materiales	0,0417	5	0,21	5	0,21
Instalación	0,0417	4	0,17	4	0,17
Extensión	0,0417	4	0,17	4	0,17
Operación	0,0500	4	0,20	4	0,20
Relación con proveedores	0,25				
Entrenamiento	0,0333	5	0,17	5	0,17
Mantenimiento	0,0500	4	0,20	4	0,20
Simulación	0,0250	5	0,13	5	0,13
Demostración	0,0333	5	0,17	5	0,17
Pruebas	0,0333	5	0,17	5	0,17
Fecha de entrega	0,0333	4	0,13	4	0,13
Garantía	0,0417	5	0,21	5	0,21
Comportamiento	0,25				
Vida útil	0,0500	5	0,25	5	0,25
Carga de trabajo	0,0600	5	0,30	4	0,24
Capacidad instalada	0,0500	5	0,25	5	0,25
Modularidad	0,0400	5	0,20	5	0,20
Requisitos epaciales	0,0500	4	0,20	4	0,20
TOTALES	1		4,64		4,44

5.2.2.6. Selección dobladora

Al de evaluar cada punto que se tiene en la matriz ponderada de selección de la dobladora se tiene que los criterios o indicadores que más se van a tener en cuenta, por el tipo de máquina, sus funciones y el ambiente al que está expuesta esta son: personal, mantenimiento y vida útil.

Tabla 9. Matriz ponderada selección dobladora

CRITERIO/INDICADORES	Factor de ponderación	Calificación	Calificación ponderada	Calificación	Calificación ponderada
		DOBLADORA EMMEDUE PSC/01		DOBLADORA EMMEDUE PSC/02	
Características Tecnicas	0,25				
Acondicionamiento	0,0347	5	0,17	5	0,17
Accionamiento	0,0347	5	0,17	5	0,17
Capacidad y velocidad	0,0278	5	0,14	5	0,14
Características de operación	0,0278	5	0,14	5	0,14
Simultaneidad	0,0278	4	0,11	5	0,14
Confiabilidad	0,0417	4	0,17	4	0,17
Modularidad	0,0278	5	0,14	5	0,14
Rasgos especiales	0,0278	5	0,14	5	0,14
Costos	0,25				
Adquisición	0,0463	5	0,23	4	0,19
Personal	0,0556	4	0,22	5	0,28
Materiales	0,0370	4	0,15	4	0,15
Instalación	0,0370	4	0,15	4	0,15
Extensión	0,0370	4	0,15	4	0,15
Operación	0,0370	5	0,19	5	0,19
Relación con proveedores	0,25				
Entrenamiento	0,0333	5	0,17	5	0,17
Mantenimiento	0,0500	4	0,20	4	0,20
Simulación	0,0250	5	0,13	5	0,13
Demostración	0,0333	5	0,17	5	0,17
Pruebas	0,0333	5	0,17	5	0,17
Fecha de entrega	0,0333	4	0,13	4	0,13
Garantía	0,0417	5	0,21	5	0,21
Comportamiento	0,25				
Vida útil	0,0682	5	0,34	5	0,34
Carga de trabajo	0,0455	4	0,18	5	0,23
Capacidad instalada	0,0455	4	0,18	4	0,18
Modularidad	0,0455	4	0,18	5	0,23
Requisitos epaciales	0,0455	5	0,23	5	0,23
TOTALES	1		4,54		4,67

5.2.2.7. Resumen maquinaria requerida para la producción de paneles
requerida.

Teniendo en cuenta las matrices ponderadas para la selección de maquinaria y las máquinas que no se tienen que seleccionar por ser únicas en el mercado se observa en la tabla 10 el resumen de éstas.

Tabla 10. Equipos seleccionados para la producción requerida

EQUIPOS SELECCIONADOS			
EQUIPOS	UNIDADES	MARCA	REFERENCIA
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES			
CALDERA	1		
PRE-EXPANSOR	1	ALESSIO	PE 0,5 DA
BLOQUERA	1	PANTEL + BRÖMSER	GMBH PBB 3,1 x 1,25 x 0,6 m VERTICAL
LINEAS DE VAPOR	1	N/A	N/A
MOLINO	1	EMMEDUE	TD 801
JUEGO DE SILOS	1	EMMEDUE	C99SI0001
CICLÓN	1	EMMEDUE	
PROCESO DE CORTE DE LÁMINAS			
PANTOGRAFO	1	EMMEDUE	PTP 01
MINI PANTOGRAFO	1	EMMEDUE	PT 01
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS MALLAS			
ENMALLADORA	1	EMMEDUE	SRM/02-T3
ENDEREZADORAS	2	EMMEDUE	NR1.SP
VAGONETA	1	LECCO	TR 9
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS PANELES			
PANELADORA	1	EMMEDUE	PRM/01 - 2C/T12R
MESA DE SOLDADURA	1	EMMEDUE	N/A
SOLDADORA MANUAL	1	TECNA	
MESA DE CORTE	1	EMMEDUE	1250/5M
PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACCESORIOS			
DOBLADORA	1	EMMEDUE	PSC/02
OTROS			
COMPRESORES	2	KAISER	ASD 37
GENERADOR ELECTRICO	1	SECO	DTHV 3 / ITLV 3
MONTACARGAS	1	NISSAN	1,5 TONELADAS LO1A16WU

5.3. CAPACIDAD PLANTA SEGÚN MAQUINARIA SELECCIONADA

En la tabla 11 se puede ver la capacidad promedio de la planta según la maquinaria seleccionada. No sobra decir que estas cantidades pueden variar, dependiendo de los operarios, el tipo de panel a producir y la calidad de materias primas.

Tabla 11. Capacidad tabla por turnos según maquinaria seleccionada

PRODUCCIÓN PROMEDIO MAQUINARIA SELECCIONADA				
EQUIPO	UNIDAD	1 TURNO	2 TURNOS	3 TURNOS
PANTEL + BRÖMSER GMBH PBB 3,1 x 1,25 x 0,6 m VERTICAL	BLOQUES	60	120	180
PANTOGRAFO EMMEDUE PTP 01	M2	1000	2000	3000
ENMALLADORA EMMEDUE SRM/02-T3	M2	2300	4600	6900
PANELADORA EMMEDUE PRM/01 - 2C/T12R	M2	1000	2000	2000

(Brömser, 2006)

(EMMEDUE, Manual operativo de Pantógrafo Emmedue PTP 01, 2007)

(EMMEDUE, Manual operativo de Enmalladora Emmedue SRM/02 – T2, 2007)

(EMMEDUE, Manual operativo de Paneladora Emmedue PRM/01-1C/T6, 2007)

5.4. SELECCIÓN BODEGA

Uno de los puntos más importantes a la hora de montar la planta tiene que ver con la bodega, tanto su tamaño como su ubicación.

Según la maquinaria seleccionada, la capacidad de la planta, el inventario, y lo que se quiere, según se puede ver en el layout, se tiene que el tamaño de la bodega debe ser de aproximadamente 3000 m². Este tamaño se sacó de AutoCad, al realizar el layout el cual se hizo teniendo la modelación de las máquinas con sus dimensiones reales.

Con respecto a su ubicación, se tiene que pensar en los beneficios tanto de la empresa como de sus clientes, pensando en la logística tanto para la consecución

de la materia prima como en el transporte de los productos terminados. Además lo ideal es que esté en un sector industrial, para facilitar la consecución de repuestos y cualquier tipo de asesoría. Otro aspecto muy importante son los costos, tanto de servicios públicos como arrendamiento de la bodega.

5.5. PERSONAL REQUERIDO EN LAS DIFERENTES ÁREAS

La empresa está dividida en diferentes departamentos, los cuales requieren personas con ciertos perfiles para el desarrollo de las diferentes actividades tanto en el área administrativa como en el área operativa. El siguiente punto muestra los organigramas y los perfiles necesarios para cada una de las áreas.

Nota: Con los perfiles lo que se desea es encontrar para cada área la persona más adecuada, sin embargo, se puede ser flexible a la hora de seleccionar el personal.

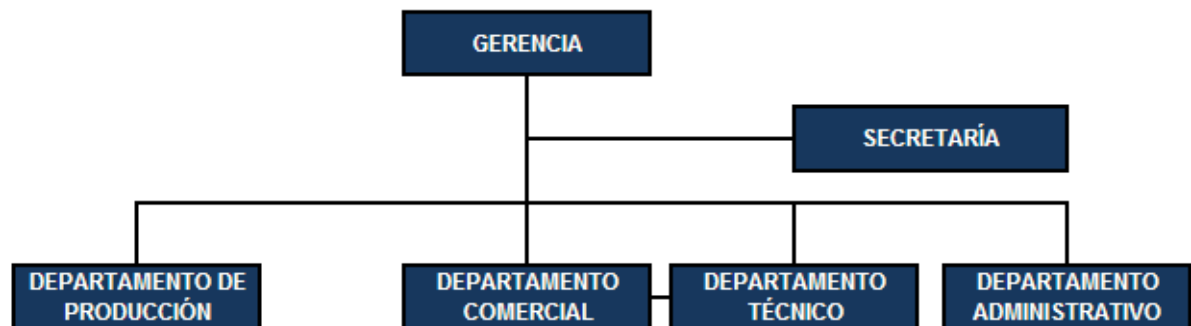
5.5.1. Área administrativa

Nota: El personal del área administrativa es necesario en el momento en que la planta ya está montada y en funcionamiento.

5.5.1.1. Organigrama área administrativa

En la ilustración 40 se muestra el organigrama del área administrativa donde están todos los departamentos necesarios para el buen funcionamiento de la empresa.

Ilustración 40. Organigrama área administrativa



(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

5.5.1.2. Descripción personal para cada una de las áreas

El personal administrativo está conformado por los siguientes cargos:

- Gerente
- Secretaria
- Comercial
- Ingeniero técnico
- Dibujante
- Administrador contable

Detallando cada uno de los anteriores cargos se tiene:

o Gerente

El gerente, como en cualquier empresa, es el encargado de dirigir la organización, de apoyar las diferentes áreas con todos sus conocimientos, de asegurarse que todas las áreas estén funcionando adecuadamente y de mantener motivada a todas estas. Debe conocer a la perfección el sistema, el mercado y la forma de comunicarse tanto con sus superiores como con el resto del equipo. Los requisitos que en teoría debe tener alguien para aspirar a este cargo se observan en la tabla 12.

Tabla 12. Requisitos gerente

CARGO	GERENTE
HABILIDAD NUMÉRICA	ALTA
HABILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
PROGRAMAS	SAP, OFFICE
IDIOMAS	ESPAÑOL, INGLES
FACTURACIÓN	NO
HABILIDAD COMERCIAL	ALTA
LECTURA DE PLANOS	MEDIA
PREPARACIÓN ACADÉMICA	INGENIERO - ADMINISTRADOR
CONOCIMIENTO DEL SISTEMA	ALTA
SALARIO	7 SALARIOS MÍNIMOS

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

o Secretaria

La secretaria es la encargada de darle apoyo tanto al gerente, como a las demás personas en el área administrativa. Es muy importante este cargo, ya que muchos necesitan de ésta y tienes muchas responsabilidades. Los requisitos que en teoría debe tener alguien para aspirar a este cargo se observan en la tabla 13.

Tabla 13. Requisitos Secretaria

CARGO	SECRETARIA
HABILIDAD NUMÉRICA	ALTA
HABILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
PROGRAMAS	SAP, OFFICE
IDIOMAS	ESPAÑOL, INGLES MEDIO
FACTURACIÓN	ALTA
HABILIDAD COMERCIAL	ALTA
LECTURA DE PLANOS	NO
PREPARACIÓN ACADÉMICA	SUPERIOR
CONOCIMIENTO DEL SISTEMA	MEDIO
SALARIO	1,25 SALARIO MÍNIMO

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

o Departamento comercial

El departamento comercial requiere un persona, la cual conozca a la perfección el sistema, esté enterado de la forma como se usa el producto, tenga capacidad de expresarse en público, de convencer a los clientes, tenga buena presentación y sea muy transparente. Los requisitos que en teoría debe tener alguien para aspirar a este cargo se observan en la tabla 14.

Tabla 14. Requisitos Departamento Comercial

CARGO	COMERCIAL
HABILIDAD NUMÉRICA	ALTA
HABILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
PROGRAMAS	OFFICE, AUTOCAD®
IDIOMAS	ESPAÑOL, INGLÉS
FACTURACIÓN	NO
HABILIDAD COMERCIAL	ALTA
LECTURA DE PLANOS	ALTA
PREPARACIÓN ACADÉMICA	SUPERIOR
CONOCIMIENTO DEL SISTEMA	ALTA
SALARIO	1,50 SALARIO MÍNIMO + % VENTAS

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

o Departamento técnico

En el departamento técnico, se requiere de un ingeniero técnico el cual conozca a la perfección el sistema, su forma de instalación, sepa interpretar planos y se desenvuelva de una manera ágil con los diferentes softwares, para el cálculo y diseño. Éste, al conocer el sistema, tendrá también que apoyar el departamento comercial. Los requisitos que en teoría debe tener alguien para aspirar a este cargo se observan en la tabla 15.

Tabla 15. Requisitos Departamento Técnico

CARGO	INGENIERO TÉCNICO
HABILIDAD NUMÉRICA	ALTA
HABILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
PROGRAMAS	OFFICE, AUTOCAD®
IDIOMAS	ESPAÑOL
FACTURACIÓN	NO
HABILIDAD COMERCIAL	ALTA
LECTURA DE PLANOS	ALTA
PREPARACIÓN ACADÉMICA	INGENIERO
CONOCIMIENTO DEL SISTEMA	ALTA
SALARIO	2 SALARIO MÍNIMO

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

o Conexión área comercial y departamento técnico

Para la conexión entre el área comercial y el departamento técnico, se requiere un dibujante el cual sea capaz de despiezar un plano de una obra en paneles, tanto para saber la cantidad de paneles necesarios como el tipo de panel requerido. Debe tener un buen conocimiento de AutoCad®. Además de esto debe ayudar en la parte comercial a la hora de realizar cotizaciones y al departamento técnico revisando los planos estructurales requeridos. Los requisitos que en teoría debe tener alguien para aspirar a este cargo se observan en la tabla 16.

Tabla 16. Requisitos Conexión área comercial y departamento técnico

CARGO	DIBUJANTE
HABILIDAD NUMÉRICA	ALTA
HABILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
PROGRAMAS	OFFICE, AUTOCAD®
IDIOMAS	ESPAÑOL
FACTURACIÓN	NO
HABILIDAD COMERCIAL	NO
LECTURA DE PLANOS	ALTA
PREPARACIÓN ACADÉMICA	TÉCNICO SUPERIOR
CONOCIMIENTO DEL SISTEMA	ALTA
SALARIO	1,30 SALARIO MÍNIMO

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

o Departamento administrativo

En el departamento administrativo se requiere un administrador contable para que se encargue de la parte de facturación, el control presupuestal, el control de la cartera y éste también realizará los informes contables mensuales. Los requisitos que en teoría debe tener alguien para aspirar a este cargo se observan en la tabla 17.

Tabla 17.Requisitos Departamento Administrativo

CARGO	ADMINISTRADOR CONTABLE
HABILIDAD NUMÉRICA	ALTA
HABILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
PROGRAMAS	SAP, OFFICE
IDIOMAS	ESPAÑOL
FACTURACIÓN	ALTA
HABILIDAD COMERCIAL	NO
LECTURA DE PLANOS	NO
PREPARACIÓN ACADÉMICA	SUPERIOR
CONOCIMIENTO DEL SISTEMA	MEDIO
SALARIO	1,30 SALARIO MÍNIMO

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

5.5.2. Área operativa

En el área operativa se tiene la mano de obra indirecta y la mano de obra directa.

5.5.2.1. Organigrama área operativa

Ilustración 41. Organigrama área operativa



(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

5.5.2.2. Descripción personal cada una de las áreas

- Mano de obra indirecta

En la mano de obra indirecta, se requiere diferentes tipos de personas, entre esas se tiene:

- Jefe de producción y logística
- Almacenista
- Encargado de mantenimiento
- Auxiliar de producción
- Operario Monta carga

Detallando cada uno de los anteriores cargos se tiene:

- o Jefe de producción y logística

Tabla 18. Requisitos jefe de producción y logística

NÚMERO DE JEFES DE PROD.	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	ALTA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	ALTA
AGILIDAD MECÁNICA	ALTA
AGILIDAD ELÉCTRICA	ALTA
AGILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	MEDIA
SALARIO	1,8 SALARIO MÍNIMO
PREPARACIÓN ACADEMICA	INGENIERO
IDIOMAS	ESPAÑOL-INGLES

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Almacenista

Tabla 19. Requisitos almacenista

NÚMERO DE ALMACENISTAS	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	ALTA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	BAJA
AGILIDAD MECÁNICA	MEDIA
AGILIDAD ELÉCTRICA	MEDIA
AGILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	BAJA
SALARIO	1,3 SALARIO MÍNIMO

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Encargado de mantenimiento

Tabla 20. Requisitos encargado mantenimiento

ENCARGADO DE MTTO	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	MEDIA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	BAJA
AGILIDAD MECÁNICA	ALTA
AGILIDAD ELÉCTRICA	ALTA
AGILIDAD INFORMÁTICA	MEDIA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	ALTA
SALARIO	1,2 SALARIO MÍNIMO
PREPARACIÓN ACADEMICA	TECNOLOGO

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Auxiliar de producción

Tabla 21. Requisitos auxiliar de producción

NÚMERO DE AUXILIARES	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	ALTA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	MEDIA
AGILIDAD MECÁNICA	MEDIA
AGILIDAD ELÉCTRICA	MEDIA
AGILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	MEDIA
SALARIO	1,5 SALARIO MÍNIMO
PREPARACIÓN ACADEMICA	SUPERIOR

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

o Monta cargas

Tabla 22. Requisitos monta cargas

NÚMERO DE MONTACARGAS	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	MEDIA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	BAJA
AGILIDAD MECÁNICA	ALTA
AGILIDAD ELÉCTRICA	ALTA
AGILIDAD INFORMÁTICA	BAJA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	BAJA
SALARIO	MINIMO LEGAL

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- Mano de obra directa

En la mano de obra directa, tenemos a todas las personas que están involucradas directamente con la fabricación de los paneles, tanto operando las máquinas que están involucradas en este proceso o haciendo cualquier tipo de trabajo manual.

Como todos los procesos son diferentes, al igual que las máquinas, cada proceso tiene que tener operarios con diferentes habilidades y conocimientos diferentes. Por lo anterior, vamos a encontrar para cada proceso, una tabla con el número de operarios requeridos, las características que debe tener y su sueldo.

Los procesos que necesitan operarios son:

- Caldera, pre-expansor y bloquera
- Pantógrafo
- Enmalladora y enderezadoras
- Paneladora
- Dobladora
- Apoyo y aseo

Detallando cada uno de los anteriores se tiene:

- o Caldera, pre-expansor y bloquera

Tabla 23. Requisito operario caldera, pre-expansor y bloquera

NÚMERO DE OPERARIOS	1
ALTURA	1,8 m
CONTEXTURA	FUERTE
AGILIDAD NUMÉRICA	MEDIA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	ALTA
AGILIDAD MECÁNICA	BAJA
AGILIDAD ELÉCTRICA	BAJA
AGILIDAD INFORMÁTICA	BAJA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	NADA
SALARIO	MINIMO LEGAL

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Pantógrafo

Tabla 24. Requisitos operario pantógrafo

NÚMERO DE OPERARIOS	1
ALTURA	1,75 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	ALTA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	BAJA
AGILIDAD MECÁNICA	BAJA
AGILIDAD ELÉCTRICA	BAJA
AGILIDAD INFORMÁTICA	ALTA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	BAJA
SALARIO	MINIMO LEGAL

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Enmalladora y enderezadora

Tabla 25. Requisitos operario enmalladora y enderezadoras

NÚMERO DE OPERARIOS	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	MEDIA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	NADA
AGILIDAD MECÁNICA	ALTA
AGILIDAD ELÉCTRICA	ALTA
AGILIDAD INFORMÁTICA	BAJA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	ALTA
SALARIO	MINIMO LEGAL

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Paneladora

Tabla 26. Requisitos operarios paneladora

NÚMERO DE OPERARIOS	2
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	MEDIA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	NADA
AGILIDAD MECÁNICA	ALTA
AGILIDAD ELÉCTRICA	ALTA
AGILIDAD INFORMÁTICA	BAJA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	ALTA
SALARIO	MINIMO LEGAL

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Dobladora

Tabla 27. Requisitos operario dobladora

NÚMERO DE OPERARIOS	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	MEDIA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	NADA
AGILIDAD MECÁNICA	MEDIA
AGILIDAD ELÉCTRICA	MEDIA
AGILIDAD INFORMÁTICA	BAJA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	BAJA
SALARIO	MINIMO LEGAL

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

- o Apoyo y aseo

Tabla 28. Requisito apoyo y aseo

NÚMERO DE OPERARIOS	1
ALTURA	1,65 m
CONTEXTURA	REGULAR
AGILIDAD NUMÉRICA	MEDIA
AGILIDAD FÍSICA-QUÍMICA	BAJA
AGILIDAD MECÁNICA	MEDIA
AGILIDAD ELÉCTRICA	MEDIA
AGILIDAD INFORMÁTICA	MEDIA
CONOCIMIENTO EN SOLDARA	BAJA
SALARIO	MINIMO LEGAL

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

5.6. MONTAJE

5.6.1. Personal requerido para el montaje

Al momento del montaje de una planta EMMEDUE®, se recomienda contratar con EMMEDUE® todo el servicio de instalación, ya que ellos, más que nadie, conocen sus máquinas, la forma como se instalan, lo que necesitan y capacitan el personal

que operara estas. Teniendo en cuenta esto, se tiene que el personal involucrado al momento de montar la planta se divide de la siguiente forma:

- Grupo instaladores: Este grupo, está conformado por ingenieros y técnicos de EMMEDUE®, los cuales conocen a fondo todas las máquinas, los procedimientos a seguir al momento de instalar estas. También la manera de enfrentar los problemas que se van presentando al momento de la instalación. Este grupo es el encargado de instalar toda la parte eléctrica y las instalaciones de la máquina en general. Normalmente está compuesto por cuatro personas.
- Grupo programadores: Este grupo está compuesto por dos personas y es el encargado la instalación final de la máquina, de su programación y de la puesta en marcha de cada una de estas. También se encargan de capacitar al personal que operara las máquinas, en todos sus sentidos. En la parte operativa y en la parte de mantenimientos.
- Grupo operadores: Este grupo está conformado por cinco personas. Uno que va a ser el líder y otros cuatro. La función de estos más adelante será operar las máquinas en la planta, pero al momento de la instalación, su función, fuera de ayudar, es aprender al máximo sobre las máquinas, los procesos, los problemas que puedan surgir y la manera de solucionarlos. La disposición y el buen desempeño de estos, agiliza mucho el proceso de montaje de la planta y trae muchos beneficios cuando la planta esté en funcionamiento, ya que el personal de EMMEDUE® no se encontrará sino por un mes en la planta.(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

5.6.2. Requerimientos obligatorios para iniciar el montaje de la planta

Al momento de iniciar el montaje de la planta con el personal mencionado en el punto anterior (los tres grupos), hay que tener en cuenta que tiene que haber unos requerimientos mínimos, ya que si alguno de estos no está, retrasaría toda la programación, y como muy bien se sabe, el personal de EMMEDUE® sólo estará en planta un mes, ya que esto es lo contratado y cualquier retraso traería más

gastos (hospedaje, alimentación, transporte, sueldo, etc.), los cuales hay que tratar de reducir al máximo. Los siguientes, son los requerimientos obligatorios:

- Energía: Posibilidad de conexión a 110V, 220V y 440V. , para todas las máquinas y herramientas.
- Agua: Alimentación caldera y usos en general.
- Iluminación: Posibilidad de trabajar con buena iluminación las 24 horas.
- Cubierta y cerramiento: Cubrimiento para toda la bodega.
- Seguridad: Personal de seguridad las 24 horas.
- Combustible: Monta carga.
- Gas Propano: Alimentación caldera.

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

5.6.3. Diagrama PERT para el montaje de la planta

En la tabla 29 se puede ver el diagrama detallado, por número de fase, tarea, número de encargados, duración y en qué momento se debe realizar, con el fin de organizar y tener un cronograma que ayude a la logística y evite pérdidas económicas tanto en tiempo como en mano de obra.

Tabla 29. Diagrama PERT para montaje de la planta

ID	NOMBRE DE TAREA	Nº ENCARGADOS	DURACIÓN	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
FASE I																															
F1.1	Descarga container	3	2 días																												
F1.2	Distribuir en planta equipos y maquinaria	2	1 días																												
F1.3	Desembalar maquinaria	1	2 días																												
F1.4	Ubicación final de maquinaria	1	2 días																												
FASE II																															
F2.1	Instalación canastilla de redes	2	5 días																												
F2.2	Instalación generador eléctrico	1	2 días																												
F2.3	Instalación compresores	1	2 días																												
F2.4	Instalación redes electricas	2	3 días																												
F2.5	Instalación red de aire	1	2 días																												
F2.6	Instalación tanques de aire	1	1 días																												
F2.7	Ensamble armadura de silos	2	2 días																												
F2.8	Ensamble de silos	2	1 días																												
F2.9	Ensamble ductos poliestireno	1	2 días																												
F2.10	Instalación molino y ciclón	1	1 días																												
F2.11	Ensamble bloquera	1	2 días																												
F2.12	Ensamble pre-expansor	1	2 días																												
F2.13	Ensamble caldera	2	2 días																												
F2.14	Instalación ductos de vapor	1	1 días																												
F2.15	Ensamble pantografo	2	2 días																												
F2.16	Ensamble mini-pantografo	1	1 días																												
F2.17	Anciar spyders	1	1 días																												
F2.18	Ensamble enmalladora	1	2 días																												
F2.19	Ensamble enderezadoras	1	1 días																												
F2.20	Ensamble paneladora	2	2 días																												
F2.21	Ensamble dobladora	1	1 días																												
F2.22	Instalación cortadora radial	1	1 días																												
F2.23	Instalación soldadora manual	1	1 días																												
FASE III																															
F3.1	Ordenar materias primas	1	1 días																												
F3.2	Ensamble final máquinas	2	4 días																												
F3.3	Conexión armarios	2	2 días																												
F3.4	Programación máquinas	2	3 días																												
FASE IV																															
F4.1	Pruebas caldera	3	2 días																												
F4.2	Pruebas de expansión	3	2 días																												
F4.3	Pruebas bloquera	3	2 días																												
F4.4	Instalación rollos de acero	3	1 días																												
F4.5	Pruebas enderezadora	3	2 días																												
F4.6	Pruebas enmalladora	3	2 días																												
F4.7	Pruebas pantografo	3	1 días																												
F4.8	Pruebas mini-pantografo	3	1 días																												
F4.9	Enderezar conectores	3	2 días																												
F4.10	Pruebas paneladora	4	2 días																												
F4.11	Capacitación	8	8 días																												

(JARAMILLO, Entrevista montaje de una planta MDUE, 2011)

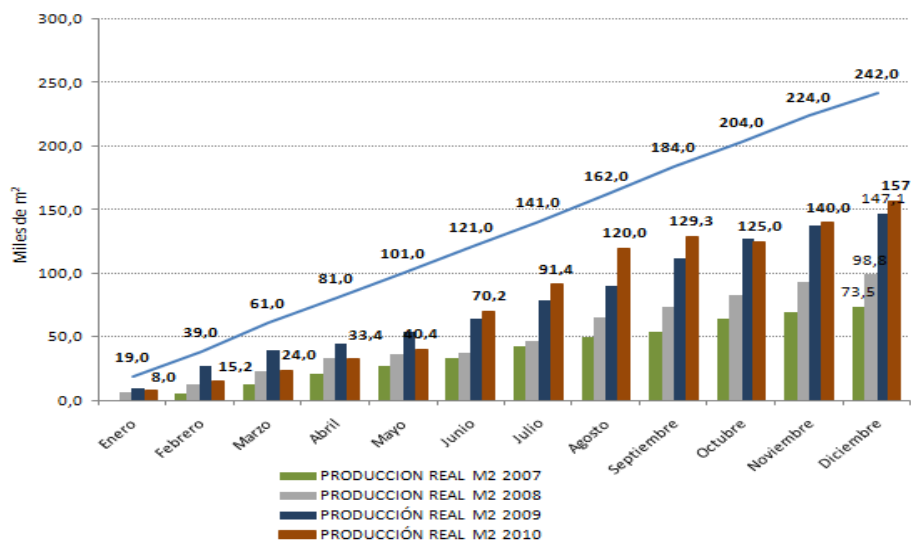
6. ANALISIS FINANCIERO

El análisis financiero lo que permitirá es conocer el rendimiento económico del proyecto, el cual estará basado en un flujo de caja para calcular los indicadores económicos.

La información con la que se realiza todo el análisis financiero será basado en las experiencias y en la información suministrada por Sistemas Constructivos Avanzados S.A. de las plantas Durapanel en Medellín y Flexipanel en Panamá.

El flujo de caja se realizará laborando la planta a un turno, y empezando la producción bajita, debido a que el sistema, a pesar de los beneficios que tiene, no es conocido en el mercado, por lo que normalmente se demora en despegar las ventas, como ha ocurrido en Colombia y Panamá. En la ilustración 42 se puede ver el comportamiento del mercado en Colombia desde que se monto la planta Durapanel hasta finales del año 2010.

Ilustración 42. Comportamiento del mercado de paneles en Colombia del 2007 al 2010.



(JARAMILLO, Informe de producción 2007-2011, 2011)

Para el análisis financiero es importante tener en cuenta la siguiente consideración:

- Inflación en Panamá 2010: 3.5%
(MIS FINANZAS EN LINEA, 2011)

6.1. INVERSIONES

6.1.1. Inversiones fijas

Las inversiones fijas en este caso se pueden resumir en el avalúo de los equipos, los gastos pre-operativos, equipos de oficina y enseres para estas.

6.1.1.1. Equipos

En la tabla 30 se muestra el costo de todos los equipos necesarios para montar la planta de producción.

Tabla 30. Costeo de equipos

INVERSIÓN EQUIPOS			
EQUIPOS	UNIDADES	VALOR UNIDAD (USD)	TOTAL (USD)
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS BLOQUES			
CALDERA	1	188.160,68	188.160,68
PRE-EXPANSOR	1	193.047,62	193.047,62
BLOQUERA	1	361.710,19	361.710,19
LINEAS DE VAPOR	1	111.004,74	111.004,74
MOLINO	1	70.081,98	70.081,98
JUEGO DE SILOS	1	193.028,51	193.028,51
CICLÓN	1	45.350,00	45.350,00
PROCESO DE CORTE DE LÁMINAS			
PANTOGRAFO	1	222.614,92	222.614,92
MINI PANTOGRAFO	1	1.924,79	1.924,79
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LAS MALLAS			
ENMALLADORA	1	1.027.705,38	1.027.705,38
ENDEREZADORAS	2	130.379,03	260.758,06
VAGONETA	1	1.015,66	1.015,66
PROCESO DE ELABORACIÓN DE LOS PANELES			
PANELADORA	1	799.563,74	799.563,74
MESA DE SOLDADURA	1	28.160,53	28.160,53
SOLDADORA MANUAL	1	14.561,57	14.561,57
MESA DE CORTE	1	54.325,80	54.325,80
PROCESO DE ELABORACIÓN DE ACCESORIOS			
DOBLADORA	1	144.904,88	144.904,88
OTROS			
COMPRESORES	2	43.043,00	86.086,00
GENERADOR ELECTRICO	1	30.500,12	30.500,12
MONTACARGAS	1	25.400,00	25.400,00
TOTAL INVERSIÓN EQUIPOS			USD 3.859.905,17

(JARAMILLO, Informe gastos montaje planta Flexipanel-Panamá, 2008)

6.1.1.2. Gastos pre-operativos

En la tabla 31 se muestran los gastos adicionales pre-operativos que se tienen en el momento del montaje de la planta, tanto en la nacionalización, la instalación y los procesos legales que se necesitan para empezar la operación.

Tabla 31. Gastos pre-operativos

GASTOS PRE OPERATIVOS	
INSTALACIÓN	
Gastos Administrativos	40.000,00
Servicios	6.000,00
Vigilancia	1.000,00
Arrendamiento Bodega	30.000,00
Hospedaje personal MDUE	6.500,00
Transporte personal MDUE	400,00
Equipos de oficina	5.000,00
Muebles de oficina	5.000,00
Varios	10.000,00
PROCESOS LEGALES	
Registro de marca	800,00
Registro de poder	680,00
Aviso de operación	2.500,00
Nacionalización	
Impuestos de nacionalización	120.000,00
Agentes aduaneros	1.300,00
Retención de equipos	5.500,00
Almacenaje contenedores	15.000,00
Transporte contenedores	3.500,00
TOTAL	USD 253.180,00

(JARAMILLO, Informe gastos montaje planta Flexipanel-Panamá, 2008)

6.2. DEPRECIACIÓN

Después de tener las inversiones fijas, se calcula la depreciación de estas, teniendo en cuenta que la maquinaria y los muebles de oficina se deprecian a 10 años y equipos de oficina, que en este caso serían computadores a 5 años. En la tabla 32 se muestra la depreciación de ambas.

Tabla 32. Depreciación

ITEM	TOTAL A DEPRECIAR	VALOR DEPRECIADO
EQUIPOS Y MÁQUINAS	3.859.905,17	385.990,52
MUEBLES DE OFICINA	5.000,00	500,00
EQUIPOS DE OFICINA	5.000,00	1.000,00
TOTAL		USD 387.490,52

6.3. COSTOS DE OPERACIÓN

Los costos de operación se dividen en dos. Los costos directos e indirectos.

6.3.1. Costos directos

En los costos indirectos se tienen en cuenta los costos de las materias primas y los costos de mano de obra directa.

6.3.1.1. Materias primas

En la tabla 33 se muestran los precios de las materias primas y el total de estas.

Tabla 33. Costos materia prima mensual produciendo 1000 m2 promedio diarios

MATERIAS PRIMAS			
MATERIAL	COSTO UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL
EPS (STYROPOR) Kg	USD 2,33	35713,89	83.319,64
ACERO Kg	USD 1,21	59777	72.117,02
OTROS	USD 268,10	1	268,10
TOTAL MATERIAS PRIMAS			USD 155.704,76

(JARAMILLO, Informe producción planta Durapanel marzo 2011, 2011)

6.3.1.2. Mano de obra directa

En la tabla 34 se muestra los operarios que se necesitan para operar las máquinas y hacer los diferentes procesos en la planta trabajando a un turno.

Tabla 34. Costo de la mano de obra directa

MANO DE OBRA DIRECTA			
CARGO	SALARIO	CANTIDAD	TOTAL
MONTA CARGAS	USD 536,19	1	536,19
OPERARIOS	USD 536,19	7	3.753,35
TOTAL NOMINA ÁREA OPERATIVA			USD 4.289,54

6.3.2. Costos indirectos

En éste se tienen en cuenta los costos de mano de obra indirecta y los servicios públicos necesarios para producción.

6.3.2.1. Mano de obra indirecta

En la tabla 35 se pueden ver los costos de la mano de obra indirecta para poder producir.

Tabla 35. Costo de la mano de obra indirecta

MANO DE OBRA INDIRECTA			
CARGO	SALARIO	CANTIDAD	TOTAL
JEFE DE PRODUCCIÓN Y LOGÍSTICA	USD 965,15	1	965,15
ALMACENISTA	USD 697,05	1	697,05
ENCARGADO DE MANTENIMIENTO	USD 643,43	1	643,43
AUXILIAR DE PRODUCCIÓN	USD 804,29	1	804,29
TOTAL NOMINA ÁREA OPERATIVA			USD 3.109,92

6.3.2.2. Bodega, servicio y otros

En la tabla 36 se muestran los servicios, arrendamiento bodega, vigilancia y otros gastos que se tienen en planta.

Tabla 36. Costo bodega, servicios y otros involucrados en el proceso y en la planta

OTROS	
ITEM	COSTO (USD)
Gastos administrativos	3.000,00
Servicios(Luz, agua, internet, telefono)	3.000,00
Vigilancia	600,00
Arrendamiento bodega	15.000,00
TOTAL	USD 21.600,00

6.4. GASTOS ADMINISTRATIVOS

Los gastos administrativos se basan en el sueldo del gerente, secretaria, ingenieros y todo el personal administrativo necesario para conducir la empresa. Estos se pueden ver en la tabla 37.

Tabla 37. Gastos administrativos

GASTOS ADMINISTRATIVOS			
CARGO	SALARIO	CANTIDAD	TOTAL
GERENTE	USD 3.217,16	1	3.217,16
SECRETARIA	USD 670,24	1	670,24
COMERCIAL	USD 804,29	1	804,29
INGENIERO TÉCNICO	USD 1.072,39	1	1.072,39
DIBUJANTE	USD 697,05	1	697,05
ADMINISTRADOR CONTABLE	USD 697,05	1	697,05
TOTAL NOMINA ÁREA ADMINISTRATIVA			USD 7.158,18

6.5. INGRESOS

Los ingresos que se tienen en el proyecto son por la venta de paneles, estos se pueden ver en la tabla 37. En la tabla 38 se puede ver los precios promedios de venta del metro cuadrado de panel según listado de precios de las plantas de Durapanel y Flexipanel.

Para hacer el flujo de caja se hacen varios supuestos:

- Se calculan las ventas con un panel de espesor 100 mm.
- Se calcula que la mitad de los paneles son estructurales y la otra mitad cerramiento.
- Se calcula que la producción diaria promedio será según la tabla 39 según la demanda dada por Sistemas Constructivos Avanzados.

Tabla 38. Lista de precios paneles estructurales y cerramiento

PANEL ESTRUCTURAL		PANEL CERRAMIENTO	
TIPO	PRECIO (USD)	TIPO	PRECIO (USD)
PSME40	11,62	PSMC40	10,33
PSME50	12,24	PSMC50	10,98
PSME60	12,89	PSMC60	11,62
PSME70	13,82	PSMC70	12,56
PSME80	14,51	PSMC80	13,25
PSME90	16,18	PSMC90	14,87
PSME100	16,25	PSMC100	14,94
PSME110	17,51	PSMC110	16,21
PSME120	17,77	PSMC120	16,48
PSME130	19,61	PSMC130	18,32
PSME140	19,90	PSMC140	18,64
PSME150	20,63	PSMC150	20,23
PSME160	21,76	PSMC160	21,42
PSME170	23,42	PSMC170	22,61
PSME180	23,49	PSMC180	23,80
PSME190	23,56	PSMC190	24,99
PSME200	23,64	PSMC200	26,18
PSME210	31,94	PSMC210	27,37
PSME220	32,01	PSMC220	28,56
PSME230	32,65	PSMC230	29,14
PSME240	33,31	PSMC240	29,72
PSME250	33,97	PSMC250	30,31
PSME260	34,65	PSMC260	30,92

(JARAMILLO, Lista de precios año 2011 Durapanel, 2011)

Tabla 39. Metros cuadrados supuestos a producir diariamente por año

AÑO	M2 PROMEDIO DIARIOS	M2 ANUALES	VENTAS ANUALES (USD)
1	400	123.428,57	\$ 1.924.251,43
2	600	185.142,86	\$ 2.977.875,30
3	800	246.857,14	\$ 4.096.365,26
4	1000	308.571,43	\$ 5.282.775,05
5	1000	308.571,43	\$ 5.450.239,02
6	1000	308.571,43	\$ 5.623.011,59
7	1000	308.571,43	\$ 5.801.261,06
8	1000	308.571,43	\$ 5.985.161,04
9	1000	308.571,43	\$ 6.174.890,64
10	1000	308.571,43	\$ 6.370.634,68

(JARAMILLO, Informe de producción 2007-2011, 2011)

6.6 FLUJO DE CAJA

En la tabla 40 y 41 se presenta la proyección de flujo de caja a periodo de 10 años.

Tabla 40. Proyección de flujo de caja del año 0 al año 5

ITEM	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
INGRESOS					
PRECIO VENTA		15,59	16,14	16,70	17,28
VENTAS		123428,57	185142,86	246857,14	308571,43
INGRESOS OPERATIVOS		1924251,43	2987400,34	4122612,47	5333629,89
TOTAL INGRESOS		1.924.251,43	2.987.400,34	4.122.612,47	5.333.629,89
EGRESOS					
MATERIAS PRIMAS		(749320,49)	(1157955,84)	(535711,53)	(2051867,82)
MANO DE OBRA DIRECTA		(51474,53)	(53276,14)	(55140,80)	(57070,73)
ALQUILER		(180000,00)	(186300,00)	(192820,50)	(199569,22)
MANO DE OBRA INDIRECTA		(37319,03)	(38625,20)	(39977,08)	(41376,28)
COSTOS SERVICIOS		(36000,00)	(37260,00)	(38564,10)	(39913,84)
GASTO ADMINISTRACIÓN		(36000,00)	(37260,00)	(38564,10)	(39913,84)
VIGILANCIA		(7200,00)	(7452,00)	(7712,82)	(7982,77)
SEGURO		(41130,85)	(42570,43)	(44060,40)	(45602,51)
TOTAL EGRESOS		(1138444,91)	(1560699,61)	(952551,33)	(2483297,01)
UTILIDAD BRUTA		785806,52	1426700,74	3170061,14	2850332,87
DEPRECIACIONES					
MAQUINARIA		(385990,52)	(385990,52)	(385990,52)	(385990,52)
EQUIPOS DE OFICINA		(1000,00)	(1000,00)	(1000,00)	(1000,00)
MUEBLES DE OFICINA		(500,00)	(500,00)	(500,00)	(500,00)
TOTAL DEPRECIACIONES		(387490,52)	(387490,52)	(387490,52)	(387490,52)
UAI		398316,00	1039210,22	2782570,63	2462842,36
IMPUESTOS		(139410,60)	(363723,58)	(973899,72)	(861994,82)
UODI		646395,92	1062977,16	2196161,42	1988338,05
DEPRECIACIONES		387490,52	387490,52	387490,52	387490,52
INVERSIONES					
MAQUINARIA	(3859905,17)				
GASTOS PRE-OPERATIVOS	(253180,00)				
TOTAL INVERSIONES	(4113085,17)				
FLUJO DE CAJA NETO	-USD 4.113.085,17	USD 646.395,92	USD 1.062.977,16	USD 2.196.161,42	USD 1.988.338,05

Tabla 41. Proyección de flujo de caja del año 5 al año 10

ITEM	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
INGRESOS						
PRECIO VENTA	17,89	18,52	19,16	19,83	20,53	21,25
VENTAS	308571,43	308571,43	308571,43	308571,43	308571,43	308571,43
INGRESOS OPERATIVOS	5520306,93	5713517,68	5913490,79	6120462,97	6334679,18	6556392,95
TOTAL INGRESOS	5.520.306,93	5.713.517,68	5.913.490,79	6.120.462,97	6.334.679,18	6.556.392,95
EGRESOS						
MATERIAS PRIMAS	(2116912,03)	(2184018,14)	(2253251,51)	(2324679,58)	(2398371,93)	(2474400,32)
MANO DE OBRA DIRECTA	(59068,21)	(61135,60)	(63275,34)	(65489,98)	(67782,13)	(70154,50)
ALQUILER	(206554,14)	(213783,54)	(221265,96)	(229010,27)	(237025,63)	(245321,52)
MANO DE OBRA INDIRECTA	(42824,45)	(44323,31)	(45874,62)	(47480,23)	(49142,04)	(50862,01)
COSTOS SERVICIOS	(41310,83)	(42756,71)	(44253,19)	(45802,05)	(47405,13)	(49064,30)
GASTO ADMINISTRACIÓN	(41310,83)	(42756,71)	(44253,19)	(45802,05)	(47405,13)	(49064,30)
VIGILANCIA	(8262,17)	(8551,34)	(8850,64)	(9160,41)	(9481,03)	(9812,86)
SEGURO	(47198,60)	(48850,55)	(50560,32)	(52329,93)	(54161,48)	(56057,13)
TOTAL EGRESOS	(2563441,24)	(2646175,88)	(2731584,77)	(2819754,51)	(2910774,48)	(3004736,96)
UTILIDAD BRUTA	2956865,69	3067341,80	3181906,02	3300708,46	3423904,70	3551655,99
DEPRECIACIONES						
MAQUINARIA	(385990,52)	(385990,52)	(385990,52)	(385990,52)	(385990,52)	(385990,52)
EQUIPOS DE OFICINA	(1000,00)	(1000,00)	(1000,00)	(1000,00)	(1000,00)	(1000,00)
MUEBLES DE OFICINA	(500,00)	(500,00)	(500,00)	(500,00)	(500,00)	(500,00)
TOTAL DEPRECIACIONES	(387490,52)	(387490,52)	(387490,52)	(387490,52)	(387490,52)	(387490,52)
UAI	2569375,17	2679851,28	2794415,50	2913217,94	3036414,18	3164165,47
IMPUESTOS	(899281,31)	(937947,95)	(978045,43)	(1019626,28)	(1062744,96)	(1107457,92)
UODI	2057584,38	2129393,85	2203860,59	2281082,18	2361159,74	2444198,08
DEPRECIACIONES	387490,52	387490,52	387490,52	387490,52	387490,52	387490,52
INVERSIONES						
MAQUINARIA						
GASTOS PRE-OPERATIVOS						
TOTAL INVERSIONES						
FLUJO DE CAJA NETO	USD 2.057.584,38	USD 2.129.393,85	USD 2.203.860,59	USD 2.281.082,18	USD 2.361.159,74	USD 2.444.198,08

6.7 VALOR PRESENTE NETO Y TASA INTERNA DE RETORNO

En la tabla 40 y 41 se presenta el flujo de caja a 10 años para analizar la factibilidad del negocio, con estos datos se calcula el valor presente neto (VPN) asumiendo una tasa del inversionista (TIO) del 15%, la tasa interna de retorno (TIR) y el periodo de retorno de la inversión

Tabla 42. Tasa del inversionista, valor presente neto, tasa interna de retorno y periodo de retorno inversión

TIO	15%
VPN	USD 4.626.750,99
TIR	35%
PRI	3 AÑOS Y 7 MESES

Como se puede ver en la tabla 42, el VPN es positivo y mucho mayor que cero, lo que significa que realizando la inversión la empresa tendrá un incremento equivalente al valor del valor presente neto, teniendo en cuenta que éste se está calculando con una tasa del inversionista del 15%.

Calculando la TIR para este proyecto a 10 años, obtenemos que es del 35%, 20% más alta que la tasa de descuento que en este caso sería el 15%.

Calculando el PRI obtenemos que la inversión se retornara en 3 años y 7 meses.

Analizando los resultados anteriores se puede decir que la inversión para el montaje de una planta EMMEDUE®, cumpliéndose los supuestos que se tienen, es factible económica y financieramente, ya que los ingresos son mucho mayores que los egresos y está en la posibilidad de soportar incrementos en costos de materias primas y otros, viéndose un poco afectada la utilidad bruta y a la vez el flujo de caja sin embargo con capacidad de seguir el proyecto en pie.

Adicional a esto, se tiene que tener en cuenta que el análisis se hace produciendo la planta solo al 33%, lo que quiere decir que si el producto tiene buena acogida y

a su vez mayores ventas, esta tiene capacidad de aumentar sus turnos, aumentando así sus ingresos y a su vez el flujo de caja, volviendo el proyecto mucho más productivo.

7. CONCLUSIONES

Actualmente el mundo se encuentra en un proceso de cambio, en donde cada día se vuelve más importante buscar productos y servicios de mayor calidad, funcionalidad y económicos, que cuiden el medio ambiente, y que faciliten los procesos. El sistema EMMEDUE® le da la posibilidad a los clientes de usar los diferentes tipos de paneles como son el panel simple, panel losa y panel escalera a la hora de construir muros divisorios, fachadas, losas y escaleras, obteniendo con cualquiera de estos altas, propiedades termo-acústicas, donde se ahorra el tiempo en construcción, hay mayor flexibilidad constructiva, facilidad de transporte, ahorro en mano de obra, buen comportamiento a la hora de sismos y alta calidad.

El poliestireno expandido y el alambre de acero galvanizado son los dos tipos de materias primas requeridas para la fabricación de los paneles, las cuales estrictamente deben cumplir las especificaciones técnicas exigidas por EMMEDUE®.

El proceso de fabricación de los paneles EMMEDUE® es un conjunto de procesos y subprocesos muy sencillos, sin embargo éstos requiere de máquinas muy especializadas y muy costosas para poder obtener productos con alta calidad y que presenten las características por las cuales es reconocido el producto en los diferentes países donde se ha establecido el sistema

De una buena distribución de la bodega y un layout adecuado depende que el espacio sea aprovechado de la mejor manera posible y que los procesos y sub procesos estén conectados estratégicamente con el fin de tener buena comunicación en la planta, economizar tiempo y combustible, organizar de una manera más adecuada la bodega y seguir adecuadamente el ciclo de fabricación de los paneles.

Al ser EMMEDUE® los dueños de la licencia para el proceso de fabricación de los paneles y a su vez los propios fabricantes de las máquinas más importantes para el proceso de elaboración de estos, se facilita mucho la selección de maquinaria. Adicional a esto EMMEDUE® no tiene muchos tipos de referencias de maquinas, lo que tienen son maquinas a las cuales se le adicionan o quitan accesorios que las hacen más o menos productivas y con mejores o no características. Esto también facilita mucho la selección de estas.

Al ser maquinaria especializada para la fabricación de los paneles, al poseer esta tecnología tan avanzada y al ser éste un proceso tan sencillo, no requiere de mucho personal y mano de obra en la planta, lo que beneficia esto al producto, ya que reduce bastante los costos de fabricación y facilita el manejo de la producción y de la planta.

Después de haberse realizado el análisis financiero con un flujo de caja basado en la información suministrada por Sistemas Constructivos Avanzados de las plantas de Durapanel y Flexipanel, se puede ver que el proyecto es factible ya que se obtiene un VPN mayor que cero y una TIR mayor a la TIO del inversionista.

8. BIBLIOGRAFIA

ALESSIO. (2007). *Manual operativo de Pre-Expansor Alessio PE 0,5 DA*. Alemania.

BARRIENTOS. (26 de Enero de 2011). Foto molino planta Durapanel. Itagüi, Colombia.

BARRIENTOS, P. (14 de Agosto de 2010). Ciclo de fabricación paneles EMMEDUE. Medellín, Colombia.

BARRIENTOS, P. (28 de Enero de 2011). Foto cortadora radial planta Durapanel. Itagüi, Colombia.

BARRIENTOS, P. (23 de Octubre de 2010). Layout planta EMMEDUE. Medellín, Colombia.

BARRIENTOS, P. (3 de Mayo de 2011). Poliestireno expandible Planta Durapanel . Itagüi, Colombia.

Brömser, P. +. (2006). *Manual operativo de Bloquera Pantel + Brömser GMBH PBB 3,1 x 1,25 x 0,6 m Horizontal*. Alemania.

CONSTRUCTORA CONCONCRETO. (15 de Abril de 2011). Recuperado el 30 de Abril de 2011, de <http://www.conconcreto.com/>

DURAPANEL. (2007). Recuperado el 28 de Octubre de 2010, de <http://www.durapanel.com.co/>

EMMEDUE. (s.f.). Recuperado el 15 de Octubre de 2010, de <http://www.mdue.it/es/>

EMMEDUE. (2009). Recuperado el 8 de Febrero de 2011, de <http://www.mdue.it/es/>

EMMEDUE. (2007). *Manual operativo de Dobladora Emmedue PSC/02*. Italia.

EMMEDUE. (2007). *Manual operativo de Enmalladora Emmedue SRM/02 – T2*. Italia.

EMMEDUE. (2007). *Manual operativo de Paneladora Emmedue PRM/01-1C/T6*. Italia.

EMMEDUE. (2007). *Manual operativo de Pantógrafo Emmedue PTP 01*. Italia.

IMPAC. (2009). Recuperado el 20 de Octubre de 2010, de http://www.impac.com.co/sitio/unidades_negocio.php?c=233

JARAMILLO, J. F. (18 de Enero de 2011). Entrevista montaje de una planta MDUE. (P. BARRIENTOS, Entrevistador)

JARAMILLO, J. F. (2011). *Informe de producción 2007-2011*. Medellín.

JARAMILLO, J. F. (2008). *Informe gastos montaje planta Flexipanel-Panamá*. Panamá.

JARAMILLO, J. F. (2011). *Informe producción planta Durapanel marzo 2011*. Medellín.

JARAMILLO, J. F. (24 de Marzo de 2011). Lista de precios año 2011 Durapanel. Medellín, Colombia.

MAQPOL. (s.f.). Recuperado el 23 de Octubre de 2010, de <http://www.maqpol.com/index.php?seccion=productos&tipo=panto>

MIS FINANZAS EN LINEA. (2011). Recuperado el 1 de Mayo de 2011, de <http://www.misfinanzasenlinea.com/noticias/20110115/panama-cierra-el-2010-con-3-5-por-ciento-de-inflacion>

MITECNOLOGICO. (s.f.). Recuperado el 15 de febrero de 2011, de <http://www.mitecnologico.com/Main/SeleccionDeMaquinariaYEquipo>

NARANJO, F. (15 de Diciembre de 2010). Sistema constructivo EMMEDUE. (P. BARRIENTOS, Entrevistador)

PRILLWITZ. (2004). Recuperado el 28 de Octubre de 2010, de http://www.prillwitz.com.ar/_equipamiento_para_panificadoras_y_fabricas_de_pastas.htm

PROALCO. (2006). Recuperado el 14 de Marzo de 2011, de <http://www.proalco.com.co/>

SUNDOLITT. (s.f.). Recuperado el 2010 de Octubre de 2010, de http://www.sundolitt.es/upload_images/4BCFE258DD1E4AB3B4F0FA8BA5DE434F.pdf

TESTOS CIENTIFICOS. (22 de Octubre de 2005). Recuperado el 28 de Octubre de 2010, de <http://www.textoscientificos.com/polimeros/polietireno/produccion>

WIKIPEDIA. (14 de Marzo de 2011). Recuperado el 18 de Marzo de 2011, de http://es.wikipedia.org/wiki/Poliestireno_expandido