

## **RESUMEN**

### **AUTORES**

JUAN CARLOS PÉREZ ARIZA  
SUSANA RODRIGUEZ LÓPEZ

### **TEMA**

DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE NUEVAS CONSTRUCCIONES Y DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO, EN LAS DIVISIONES DE MATERIALES COMPUESTOS Y PINTURAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE COTECMAR PLANTA MAMONAL

### **FECHA**

OCTUBRE DE 2007

### **FACULTAD**

INGENIERIA

### **PROGRAMA**

INGENIERIA INDUSTRIAL

### **DIRECTOR Y ASESOR DE TESIS**

INGENIERA INDUSTRIAL MARTHA CARRILLO LANDAZABAL  
INGENIERA INDUSTRIAL ESTER BALSEIRO

### **NUMERO DE PÁGINAS**

195

El trabajo de grado que se expone a continuación fue realizado con la finalidad de diseñar un plan de acción que permita mejorar los procesos productivos de nuevas construcciones y de reparación y mantenimiento, en las divisiones de materiales compuestos y pinturas del departamento de producción de COTECMAR planta mamonal, realizando preliminarmente un diagnóstico de las variables Costo, Tiempo y Calidad en los siguientes aspectos:

- Métodos
- Materia Prima
- Medios Logísticos
- Maquinaria y Equipo
- Medio Ambiente
- Mano de Obra
- *Management*

Empleando para esto herramientas metodológicas de productividad como el análisis de causalidad, diagramas *Causa – Efecto*, matrices de correlación y matrices de causalidad de problemas.

Posteriormente se utilizara la metodología PHVA como una herramienta para alcanzar la mejora, logrando así el incremento de la productividad en los procesos ejecutados en las áreas objeto de estudio de COTECMAR, mediante estrategias económicamente viables que permitan solucionar los problemas.

Esta tesis se constituye con cinco capítulos abarcando la siguiente información.

En el primer capítulo se enmarcan las generalidades de la empresa, donde se detalla la planeación estratégica de COTECMAR como corporación de ciencia y tecnología para el desarrollo de la industria naval, marítima y fluvial. Además, en este capítulo se hace referencia específica sobre las áreas en las cuales se centra este trabajo.

El segundo capítulo consiste en la identificación de las capacidades actuales y de

las divisiones de materiales compuestos y pinturas del departamento de producción de Cotecmar Planta Mamonal, para posteriormente en el capítulo tres obtener un diagnóstico de estas, y en el capítulo cuatro mediante una estratificación de las causas y por medio de un análisis con un diagrama de dispersión, ayudará a encontrar el factor más influyente en las inconformidades presentadas por los clientes.

Adicionalmente, se realiza el análisis de las causas del problema; listando las posibles causas, estableciendo la correlación entre estas y realizando una priorización, que finalmente permitirá determinar la causa raíz.

Tomando esta información como base en el desarrollo del quinto capítulo, se establece el plan de acción enfocado a la eliminación de la causa raíz del problema, basado en las metas establecidas anteriormente.

Este plan de acción propuesto especifica Qué, Quién, Cuándo, Dónde, Por qué y Cómo se debe desarrollar la estrategia planteada como solución a la problemática existente.

Por último se encuentran las conclusiones arrojadas como resultado de este trabajo.

**DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS  
PRODUCTIVOS DE NUEVAS CONSTRUCCIONES Y DE REPARACIÓN Y  
MANTENIMIENTO, EN LAS DIVISIONES DE MATERIALES COMPUESTOS Y  
PINTURAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE COTECMAR PLANTA  
MAMONAL**

**JUAN CARLOS PEREZ ARIZA**

**SUSANA RODRÍGUEZ LOPEZ**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARTAGENA DE INDIAS  
2007**

**DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS  
PRODUCTIVOS DE NUEVAS CONSTRUCCIONES Y DE REPARACIÓN Y  
MANTENIMIENTO EN LAS DIVISIONES DE MATERIALES COMPUESTOS Y  
PINTURAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE COTECMAR PLANTA  
MAMONAL**

**AUTORES**

**JUAN CARLOS PÉREZ ARIZA**

**SUSANA RODRÍGUEZ LOPEZ**

Trabajo de Grado con el fin de obtener el título de Ingeniero Industrial

Director:

**MARTA CARRILLO LANDAZABAL**

INGENIERA INDUSTRIAL

Asesor:

**ESTHER BALSEIRO**

INGENIERA INDUSTRIAL

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE BOLÍVAR**

**FACULTAD DE INGENIERÍAS**

**PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**CARTAGENA DE INDIAS**

**2007**

**NOTA DE ACEPTACIÓN**

---

---

---

---

---

---

**FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

---

**FIRMA DEL JURADO**

Cartagena De Indias D.T. y C., Octubre de 2007

**Artículo 105:** La Universidad Tecnológica de Bolívar, se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados, y no pueden ser explotados comercialmente sin su autorización.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este proyecto no se habría podido realizar sin la generosa colaboración de muchas personas a quienes expresamos nuestro agradecimiento:

A la Universidad Tecnológica de Bolívar por brindarnos su campus y enseñanza para nuestra formación profesional.

*A todo el personal de COTECMAR planta Mamonal por abrir las puertas de la empresa y facilitar toda la información para la realización de este trabajo.*

*Al director de este trabajo de grado, Ingeniera Martha Sofía Carrillo Landazábal, porque gracias a su dedicación, paciencia y colaboración, logramos culminar exitosamente este trabajo.*

*A Dios, por haberme brindado la sabiduría y la claridad para seguir el camino correcto en el alcance de esta meta, a mis padres y hermano por haberme ofrecido la oportunidad de cumplir mis sueños además de haber sido el motor para el alcance de mis logros.*

**SUSANA**

*A Dios, por permitirme desarrollar todas mis habilidades, a mis Padres, hermanos y esposa, por apoyarme incondicionalmente en mi vida Personal y en mi formación académica para poder ser una persona integral. En general a todos aquellos que me han brindado su apoyo incondicional.*

**JUAN CARLOS**

## CONTENIDO

	Pág.
GLOSARIO	
INTRODUCCIÓN	
<b>1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA</b>	<b>26</b>
1.1. PLANTA MAMONAL	27
1.2. PLANTA BOCAGRANDE	29
1.3. RESEÑA HISTÓRICA	30
1.4. PLAN ESTRATÉGICO DE LA CORPORACIÓN	32
1.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA	36
1.6. PORTAFOLIO DE SERVICIOS DE COTECMAR PLANTA MAMONAL	38
1.6.1. Diseño de Buques y Artefactos Navales	38
1.6.2. Construcción de Buques y Artefactos Navales	41
1.6.3. Reparación y Mantenimiento de buques y artefactos navales	44
1.6.4. Consultoría y Asesoría	45
1.6.5. Trabajos de Metalmecánica y Soldadura en general	45
1.6.6. Taller De Motores Detroit Diesel	46
1.6.7. Taller de servicio autorizado siemens motores	46
<b>2. CAPACIDADES ACTUALES DE LAS DIVISIONES DE MATERIALES COMPUESTOS Y PINTURAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE COTECMAR PLANTA MAMONAL</b>	<b>47</b>
2.1. DIVISIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS	47
2.2. DIVISION DE PINTURAS	50
2.3. PROCESO PRODUCTIVO	52
2.4. FASES DEL PREDIAGNOSTICO	55
2.4.1. Fase 1: Identificación y Caracterización	55

## CONTENIDO

	Pág.
2.4.2. Fase 2: Identificación de Productos y Servicios por proceso	67
2.4.3. Fase 3: Identificación De Variables Del Producto O Servicios Por Proceso	73
2.4.4. Fase 4: Identificación De Variables Del Proceso	81
2.4.4.1 Variable Maquinaria y Equipo	81
2.4.4.2 Variable Mano de Obra	104
2.4.4.3 Variable Materia Prima	108
2.4.4.4. Variable Métodos Y Procedimientos	115
2.4.4.5 Variable Management	135
2.4.4.6. Variable Medios Logísticos	141
2.4.4.7 Variable Medición, Seguimiento Y Control	148
<b>3. DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS</b>	<b>153</b>
3.1. ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA.	177
3.1.1. Listado de causas.	177
3.1.2. Establecimiento de correlación	179
3.1.3. Priorización de las causas	181
3.1.4. Determinación de la causa raíz.	183
<b>4. PLAN DE ACCIÓN</b>	
4.1. Establecimiento de contramedidas, plan de acción (5W 1H).	187
4.2. Propuesta N°1	187
4.3. Propuesta N°2	188
<b>5. CONCLUSIONES</b>	
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Capacidades del Sincroelevador Planta Mamonal	27
<b>Tabla 2.</b> Características de Muelles y posiciones de varada Planta Mamonal	28
<b>Tabla 3.</b> Servicios Prestados en la Planta Mamonal	28
<b>Tabla 4.</b> Capacidades Sincroelevador Planta Bocagrande	29
<b>Tabla 5.</b> Servicios de la Planta Bocagrande	29
<b>Tabla 6.</b> Características del Buque carguero	39
<b>Tabla 7.</b> Características del Remolcador Bahía	41
<b>Tabla 8.</b> Características del Patrullero de Río	42
<b>Tabla 9.</b> Características de la Lancha Hidrográfica	43
<b>Tabla 10.</b> Características de la Lancha Interceptora	44
<b>Tabla 11.</b> Identificación del proceso de Reparación y Mantenimiento	55
<b>Tabla 12.</b> Identificación Proceso Construcción de Piezas	57
<b>Tabla 13.</b> Identificación del Proceso de Construcción de moldes	59
<b>Tabla 14.</b> Identificación Construcción de Modelos	61
<b>Tabla 15.</b> Identificación Proceso Preparación de Superficies	63
<b>Tabla 16.</b> Identificación Proceso Aplicación de Recubrimientos	65
<b>Tabla 17.</b> Identificación del Proceso de Reparación y Mantenimiento	67
<b>Tabla 18.</b> Identificación del Proceso de Construcción de piezas	68
<b>Tabla 19.</b> Identificación del Proceso de Construcción de moldes	69
<b>Tabla 20.</b> Identificación del Proceso de Construcción de modelos	70
<b>Tabla 21.</b> Identificación del Proceso de Preparación de superficies	71
<b>Tabla 22.</b> Identificación del Proceso de Aplicación de Recubrimientos	72
<b>Tabla 23.</b> Maquinaria de la División de Materiales Compuestos	82
<b>Tabla 24.</b> Especificaciones técnicas de la Maquina de aspersión	83
<b>Tabla 25.</b> Especificaciones técnicas de la maquina de corte	85
<b>Tabla 26.</b> Especificaciones técnicas del compresor de alta tensión	87
<b>Tabla 27.</b> Especificaciones técnicas del polipasto con diferenciador	88
<b>Tabla 28.</b> Especificaciones técnicas de la sierra eléctrica de banco	89
<b>Tabla 29.</b> Especificaciones técnicas de la sierra sin fin	91

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 30.</b> Especificaciones técnicas de la Canteadora	92
<b>Tabla 31.</b> Especificaciones técnicas del colector de polvo	93
<b>Tabla 32.</b> Especificaciones técnicas de la bomba de vacío	95
<b>Tabla 33.</b> Maquinaria de la División de Pinturas	95
<b>Tabla 34.</b> Especificaciones técnicas de la maquina de lavado	96
<b>Tabla 35.</b> Especificaciones técnicas de los compresores	97
<b>Tabla 36.</b> Especificaciones técnicas de los equipos airless	98
<b>Tabla 37.</b> Especificaciones técnicas de la tolva	99
<b>Tabla 38.</b> Especificaciones técnicas del atlas copco	100
<b>Tabla 39.</b> Especificaciones técnicas de la plataforma para trabajos en altura	102
<b>Tabla 40.</b> Criticidad de la maquinaria de Materiales Compuestos	103
<b>Tabla 41.</b> Criticidad de la maquinaria de Pinturas y Recubrimientos	104
<b>Tabla 42.</b> Materia Prima de la División de Materiales Compuestos	112
<b>Tabla 43.</b> Características de la Materia Prima	113
<b>Tabla 44.</b> Cantidad de proyectos de la Division de Materiales Compuestos	154
<b>Tabla 45.</b> Quejas en los proyectos de reparación ejecutados por la División de Pinturas y recubrimientos	155
<b>Tabla 46.</b> Maquinaria y Equipo de la División de Materiales Compuestos	159
<b>Tabla 47.</b> Maquinaria y Equipo de la División de Pinturas y recubrimientos.	160
<b>Tabla 48.</b> Matriz de causalidad de problemas para la división Materiales Compuestos	180
<b>Tabla 49.</b> Matriz de causalidad de problemas para la división de Pinturas	180
<b>Tabla 50.</b> Resultado del diagnostico	183
<b>Tabla 51.</b> Plan de acción para materiales compuestos	
<b>Tabla 52.</b> Plan de acción para pinturas y recubrimientos	

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Ubicación Geográfica de Cotecmar	26
<b>Figura 2.</b> Reactivación del astillero	31
<b>Figura 3.</b> Socios de Cotecmar	32
<b>Figura 4.</b> Estructura Organizacional Cotecmar	37
<b>Figura 5.</b> Estructura Organizacional Planta.	37
<b>Figura 6.</b> Buque Carguero	39
<b>Figura 7.</b> Remolcador de Bahía.	40
<b>Figura 8.</b> Buques Patrulleros Fluviales (NODRIZA)	42
<b>Figura 9.</b> Lancha Hidrográfica (MULTIHAZ)	43
<b>Figura 10.</b> Lancha Interceptora	44
<b>Figura 11.</b> Recubrimiento de piezas en materiales compuestos	48
<b>Figura 12.</b> Construcción de Modelos	49
<b>Figura 13.</b> Moldes	49
<b>Figura 14.</b> Piezas	50
<b>Figura 15.</b> Preparación de Superficies	51
<b>Figura 16.</b> Aplicación de recubrimientos	52
<b>Figura 17.</b> Caracterización Proceso de Reparación y Mantenimiento	56
<b>Figura 18.</b> Caracterización Proceso de Construcción de piezas	58
<b>Figura 19.</b> Caracterización Proceso de Construcción de moldes.	60
<b>Figura 20.</b> Caracterización del Proceso Construcción de modelos	62
<b>Figura 21.</b> Caracterización Proceso Preparación de Superficies	64
<b>Figura 22.</b> Caracterización Proceso aplicación de recubrimientos	66
<b>Figura 23.</b> Maquina de Aspersión	83
<b>Figura 24.</b> Maquina de Corte	85
<b>Figura 25.</b> Compresor de alta tensión	86
<b>Figura 26.</b> Polipasto con diferencial eléctrico de cadena	88
<b>Figura 27.</b> Sierra Eléctrica de banco	89
<b>Figura 28.</b> Sierra Sin Fin	90
<b>Figura 29.</b> Canteadora	91

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 30.</b> Colector de polvo	93
<b>Figura 31.</b> Bomba de Vacío	94
<b>Figura 32.</b> Maquina de lavado	96
<b>Figura 33.</b> Compresor	97
<b>Figura 34.</b> Equipo Airless	98
<b>Figura 35.</b> Tolva	99
<b>Figura 36.</b> Atlas Copco	100
<b>Figura 37.</b> Plataforma para trabajo en altura	101
<b>Figura 38.</b> Estructura organizacional Materiales Compuestos	106
<b>Figura 39.</b> Estructura organizacional de Pinturas	107
<b>Figura 40.</b> Procesos de la division de materiales compuestos	115
<b>Figura 41.</b> Flujograma de operaciones del proceso de reparación de piezas.	118
<b>Figura 42.</b> Flujograma de operaciones para el proceso de construcción de Piezas	120
<b>Figura 43.</b> Flujograma de operaciones para la construcción de moldes	122
<b>Figura 44.</b> Flujograma de operaciones para le proceso de construcción de moldes.	125
<b>Figura 45.</b> Procesos de la Division de Pinturas y Recubrimientos.	126
<b>Figura 46.</b> Flujograma de operaciones para el proceso de preparación de superficies	128
<b>Figura 47.</b> Flujograma de operaciones para el proceso de aplicación de Recubrimientos	130
<b>Figura 48.</b> Distribución del taller de materiales compuestos.	143
<b>Figura 49.</b> Polipasto con diferencial de cadena.	144
<b>Figura 50.</b> Distribución Division pinturas	147
<b>Figura 51.</b> Mapa Sistémico de la division de materiales compuestos	170
<b>Figura 52.</b> Mapa Sistémico de la division de pinturas y recubrimientos	174
<b>Figura 53.</b> Diagrama Causa – Efecto Para la División de Materiales Compuestos	178
<b>Figura 54.</b> Diagrama Causa – Efecto Para la División de Pinturas	179

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Grafico 1.</b> Estado de la maquinaria y equipo de la division de materiales compuestos.	159
<b>Grafico 2.</b> Estado de la maquinaria de la división de pinturas	160
<b>Grafico 3.</b> Diagrama analítico de la división de materiales compuestos	182
<b>Grafico 4.</b> Diagrama Analítico de Pinturas	182

## GLOSARIO

- **Artefacto Naval:** “Es la construcción flotante, que carece de propulsión propia, que opera en el medio marino, auxiliar o no de la navegación”<sup>1</sup>.
- **Armador:** Es la Persona Física o Jurídica que es titular del ejercicio de la navegación de un buque.
- **Astillero:** Un astillero es el lugar donde se construyen y reparan barcos. Puede tratarse de yates, barcos militares, barcos de transporte de mercancías o de pasajeros.
- **Buque Balizador o Boyero:** Buque cuyo objetivo es el posicionamiento y mantenimiento de boyas.
- **Buque Nodriza:** Plataforma móvil blindada especial, con capacidad de inteligencia técnica, para el soporte de operaciones de asalto, seguridad y control en los ríos Colombianos.
- **Carro de Transferencia:** Estructura metálica conformada por ruedas que sirve para el desplazamiento de los buques entre las diferentes posiciones de varada en dique seco.
- **Dársena:** Lugar resguardado, en el interior de los puertos. Habitualmente es un recinto que se utiliza tanto para el amarre de pequeñas embarcaciones, como para las faenas de carenado, reparación, etcétera.
- **Diagrama de Ishikawa:** Técnica utilizada para el análisis de las causas profundas de un problema que permite la formulación de soluciones. Supone una subdivisión de los problemas en causas o subproblemas más

---

<sup>1</sup> Artefacto naval. 19 de agosto 2006. Tomado de Internet url: [http://es.wikipedia.org/wiki/Artefacto naval](http://es.wikipedia.org/wiki/Artefacto_naval)

específicos, además de esto, pretende llegar hasta la causa inicial que está en el origen del defecto (efecto) final del problema.

- **Diagrama de Pareto:** Gráfico que representa en forma ordenada el grado de importancia que tienen los diferentes factores en un determinado problema, tomando en consideración la frecuencia con que ocurre cada uno de dichos factores.
- **Dique Seco:** Espacio o recinto que queda en seco creado para llevar a cabo el mantenimiento, construcción o reparación de embarcaciones.
- **Eje de Transferencia:** Eje que conecta la plataforma del sincroelevador con las diferentes posiciones de varada, la cual permite el desplazamiento de los buques.
- **Estator:** Es una parte fija de una máquina rotativa, la cual alberga una parte móvil (rotor), en los motores eléctricos el estator está compuesto por un imán natural (en pequeños motores de corriente continua) o por una o varias bobinas montadas sobre un núcleo metálico que generan un campo magnético en motores más potentes y de corriente alterna, también se les llama inductoras.
- **Gelcoat:** Material utilizado para darle acabado de alta calidad a la superficie de un material compuesto de fibra reforzada.
- **Matriz de Causalidad:** Matriz en la cual se establece la correlación entre causas por medio de una calificación de acuerdo al nivel de incidencia con el fin de determinar cual es la causa crítica o raíz.
- **Mamparo:** Tabique de tablas o planchas de hierro con que se divide en compartimentos el interior de un barco.

- **Motonave:** Buque propulsado por medio de motores.
- **Obra Muerta:** En un buque se denomina **obra muerta** a la parte del casco que está fuera del agua, de forma permanente, cuando el barco está a plena carga. Se considera para esta distinción solamente el casco del buque, puesto que todo lo que se construye a partir de la cubierta principal se llama superestructura o casillaje.
- **Obra viva:** Se denomina a la superficie sumergida de un buque, es la parte del casco que de forma permanente, y con la máxima carga admisible, está sumergida. Normalmente, se distingue con un color rojo u ocre.
- **PHVA:** Procedimiento metodológico para la mejora continua de la calidad, consiste en seguir cuatro fases que se llevan a cabo consecutivamente (planificar, hacer, verificar y actuar). El ciclo comienza mediante el desarrollo de un plan efectivo que dé respuesta a una situación dada.
- **Posiciones de Varada:** Espacio creado para el posicionamiento de las embarcaciones con el fin de llevar a cabo los trabajos de mantenimiento y/o reparación requeridos.
- **PRFV:** Plástico reforzado con fibra de vidrio, es un material compuesto, constituido por una estructura resistente de fibra de vidrio y un material plástico que actúa como aglomerante de las mismas.
- **Primer:** Primera capa de pintura aplicada a la obra muerta.
- **Rotor:** Es el eje que gira, o las aspas de un abanico.
- **Roving:** Mecha de fibra de vidrio de un solo cabo

- **Sandblasting:** El Sandblasting es un término genérico para el proceso de alisar, formar y limpiar una superficie dura por medio de un chorro de partículas sólidas (arena) con **el** **aire** a través de esa superficie a altas velocidades.
- **Sincroelevador:** El Sincroelevador es considerado como el equipo más importante de la planta, ya que el funcionamiento de esta depende en gran medida de él. Además, es el encargado de permitir la ejecución de las maniobras de subida y bajada de buques.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la industria astillera se encuentra en un mundo de alta competitividad, que conlleva a este tipo de organización a ofrecer mejores productos y servicios con alta calidad y por ende, a optimizar sus procesos productivos, trabajando así bajo una filosofía de mejora continua, debido a que es un compromiso adoptado por las empresas en la industria moderna para poder mantenerse competitivos en el mercado.

La realización de este proyecto consiste en el diagnóstico y propuestas de mejoramiento para los procesos productivos de nuevas construcciones y de reparación y mantenimiento, en las divisiones de materiales compuestos y pinturas del Departamento de Producción de COTECMAR planta Mamonal, las cuales son de gran importancia en su parte operativa ya que mediante la optimización, permanente seguimiento y control de sus procesos, contribuyen al desarrollo de su actividad comercial, así como al aumento del margen de contribución de la unidad de negocios Planta Mamonal.

Se identificará el estado actual de las áreas objeto de estudio<sup>2</sup> del Departamento de Producción de COTECMAR planta Mamonal mediante el análisis de las 7M de productividad (Métodos, Materia Prima, Medios Logísticos, Maquinaria y Equipo, Medio Ambiente, Mano de Obra, *Management*), para determinar que deficiencias se presentan a las cuales se aplicará la metodología PHVA - ciclo de planeación, basado en una gestión útil para alcanzar metas de mejoría y con ese análisis se extraerán las posibles causas raíces con el objetivo de desarrollar propuestas para una mejora continua en su gestión productiva, permitiéndole a la Corporación ser más competitiva en el mercado internacional.

---

<sup>2</sup> Se llamarán así a las divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas del Departamento de Producción de COTECMAR.

Tomando como referencia lo anterior, se puede definir el ciclo PHVA como una herramienta metodológica útil para obtener una mejora continua en los procesos productivos desarrollados dentro de la actividad industrial realizada por COTECMAR. Los pasos del Ciclo PHVA requieren recopilar y analizar una cantidad importante de datos. Para cumplir el objetivo de mejora debe realizarse correctamente las mediciones necesarias y alcanzar consenso tanto en la definición de los objetivos/problemas como de los indicadores apropiados, para esto se cuenta con una serie de herramientas útiles para desarrollar esta tarea, son las llamadas “Herramientas de la Calidad” y la mayoría se basa en técnicas estadísticas sencillas como son Diagramas de Causa-Efecto.

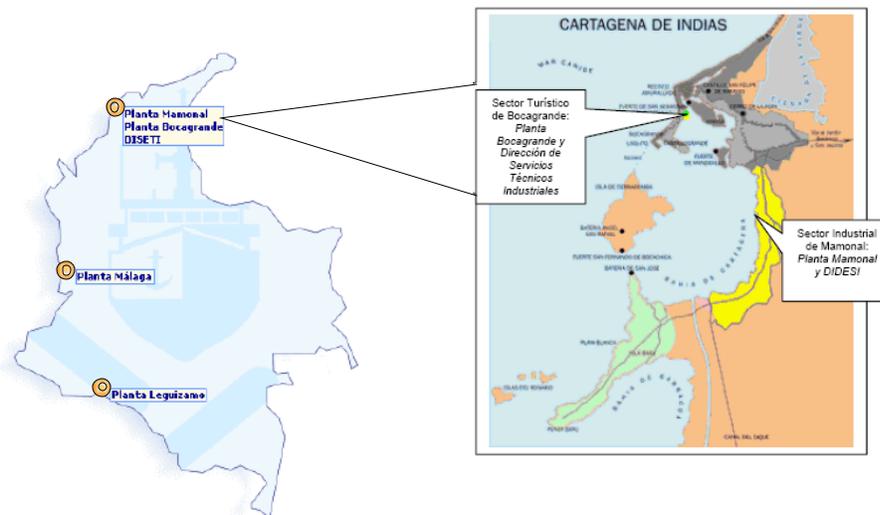
## 1. GENERALIDADES DE LA EMPRESA<sup>3</sup>

COTECMAR es una Corporación de Ciencia y Tecnología, orientada al diseño, construcción, mantenimiento y reparación de buques y artefactos navales, que proporciona soluciones avanzadas a la industria Naval, Marítima y Fluvial, para lo cual cuenta con tres unidades de negocios en su sede de Cartagena ubicadas así:

Dos astilleros, uno en el sector industrial de Mamonal y otro en el sector turístico de Bocagrande, La tercera unidad de negocios ubicada en Bocagrande se centra en la reparación y mantenimiento de motores *diesel* de hasta 5000 HP, Instalaciones eléctricas marinas e industriales, reparación de motores eléctricos, montaje de sistemas eléctricos y de control automático.

A continuación en la Figura 1. Se presentara la ubicación geográfica de Cotecmar.

**Figura 1.** Ubicación Geográfica de Cotecmar



**Fuente:** Pagina Web Cotecmar ([www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

<sup>3</sup> Información suministrada por la empresa COTECMAR.

## 1.1. PLANTA MAMONAL.

Ubicado en la Bahía de Cartagena, Colombia, Mar Caribe a 180 millas del Canal de Panamá, cuenta con 17 hectáreas. El Astillero de Mamonal trabaja con un sistema de levante Sincroelevador, con la disponibilidad de siete posiciones de varada y sus correspondientes talleres de apoyo en las áreas de Mecánica, Palería y Soldadura, Materiales Compuestos y Pinturas.

A continuación en la tabla 1 se presentaran las capacidades que tiene el sincroelevador y en la tabla 2 las características de los muelles y posiciones de varada.

### ➤ Capacidades.

**Tabla 1.** Capacidades del Sincroelevador Planta Mamonal

SINCROELEVADOR	
LONGITUD DE PLATAFORMA	117 m
ANCHO DE PLATAFORMA	22 m
CAPACIDAD DE LEVANTE	3600 t
CAPACIDAD DE LEVANTE/METRO	43.5 t
CALADO MAXIMO	5.8 m
CAPACIDAD DE CARRO DE QUILLA	68 t
VIAJE DE PLATAFORMA	9.15 m
VELOCIDAD DE PLATAFORMA	23 cm/min.

**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ([www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

**Tabla 2.** Características de Muelles y posiciones de varada Planta Mamonal

<b>MUELLES Y POSICIONES DE VARADA</b>	
Muelle norte	125.35 m
Muelle sur	117 m
Sincro norte y sincro sur	152.92 m
Posición de varada 1 (pv1)	120 m
Posición de varada 2 (pv2)	114.8 m
Posición de varada 3 (pv3)	108.8 m
Posición de varada 4 (pv4)	90 m
Posición de varada 5 (pv5)	67 m
Posición de varada 6 (pv5)	66 m
Posición de varada 7 (pv5)	66 m
Carro de transferencia	88.9 m
Eje de transferencia	156.23 m

**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

- **Servicios de la Planta Mamonal:** Cotecmar en su Planta Mamonal presta una serie de servicios, que se mencionan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Servicios Prestados en la Planta Mamonal

<b>SERVICIOS PLANTA MAMONAL</b>
Diseño y construcción de buques y artefactos navales
Asesoría en diseño y construcción de todo tipo de unidades
Diseño y construcción de botes en fibra de vidrio
Reparación mantenimiento de buques y artefactos navales
Servicio de muelles
Consultoría y asesorías astillero Bocagrande

**Fuente:** Pagina Web Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

## 1.2. PLANTA BOCAGRANDE

Ubicado en la Bahía de Cartagena, Caribe Colombiano, a 180 millas del Canal de Panamá. El Astillero Bocagrande tiene un sistema de levante tipo SLIP, con disponibilidad de dos posiciones de varada y talleres especializados de apoyo en Mecánica, Pailería y Soldadura, Hidroarenado y Pintura.

### ➤ **Capacidades**

**Tabla 4.** Capacidades Sincroelevador Planta Bocagrande

<b>MUELLES Y SISTEMA DE LEVANTE “TIPO SLIP”</b>	
Capacidad de levante	1200 t
Capacidad de levante longitudinal	300 t
Capacidad de rampa independiente	300 t
Muelles (no continuos)	250 m
Numero de carros / rampa	8 u
Eslora máxima	66.5 m
Manga máxima	18.2 m
Calado máximo	14 ft

**Fuente:** Pagina Web Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

- **Servicios de la Planta Bocagrande:** Cotecmar en su Planta Bocagrande presta una serie de servicios, que se mencionan en la tabla 5.

**Tabla 5.** Servicios de la Planta Bocagrande.

<b>SERVICIOS PLANTA MAMONAL</b>
Diseño y construcción de buques y artefactos navales
Asesoría en diseño y construcción de todo tipo de unidades
Diseño y construcción de botes en fibra de vidrio
Reparación mantenimiento de buques y

artefactos navales
Servicio de muelles
Consultoría y asesorías astillero Bocagrande

Fuente: Pagina Web Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

### 1.3. RESEÑA HISTÓRICA

Por medio del decreto No. 1834 del 21 de Septiembre de 1.934, se reorganiza el Departamento de Marina, bajo la dependencia directa del Ministerio de Guerra. Entre 1.951 y 1.954 los Ingenieros Reynaldo Paschke y Rodrigo Puentes construyen la Dársena del Astillero Naval, en predios de la Base Naval ARC “Bolívar” con capacidad de 1.200 toneladas de levante mediante un tipo “*Slip*”. El 9 de mayo de 1.956 mediante Decreto 1065, se crea la Empresa de Astilleros y Servicios Navales de Colombia EDANSCO, Empresa Industrial y Comercial del estado, vinculada al Ministerio de Defensa Nacional, para imprimirle mayor auge a la Industria Naval, la Empresa funciona en la Base Naval “ARC” Bolívar con las instalaciones, maquinaria y personal de la Armada Nacional, bajo control de ésta. En el año de 1.969 se crea “CONASTIL” (50% IFI Y 50% Fondo Rotatorio de la Armada Nacional). En 1.977 se traslada CONASTIL de la Base Naval a Mamonal, con un Sincroelevador de 3.600 toneladas de levante y queda fuera de servicio el dique flotante ARC “Rodríguez Zamora”. En 1.980 la Armada Nacional reactiva el Astillero Naval de la Base Naval (Bocagrande).

SCHRADER & CAMARGO en el año de 1.992 adquiere el 80% de CONASTIL y la Armada Nacional retiene el 20%. La participación de la Armada Nacional solo se limitó a un funcionario en la Junta Directiva del Astillero. En 1.994 CONASTIL suspende sus operaciones definitivamente por medio de una asamblea concordataria y se entregan los activos a FIDUANGLO para la venta y pago de sus obligaciones pendientes. En 1.997 FIDUANGLO entrega los predios al IFI en “Dación en pago”, después de vender la maquinaria, equipos y otros activos. Tanto la Armada Nacional como las compañías navieras y pesqueras de alto bordo se vieron obligadas a efectuar los trabajos de dique en el exterior, con las siguientes desventajas principales.

- Mayores precios.
- Dependencia de la tecnología y disponibilidad de astilleros extranjeros.
- Fuga de divisas.
- Estancamiento del sector de la industria naval, así como industrias y comercio relacionados.

A continuación en la figura 2 se muestra una imagen de la reactivación del astillero.

**Figura 2.** Reactivación del astillero



**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

En Diciembre de 1.997 el Fondo Rotatorio de la Armada Nacional canjea los terrenos con el IFI y adquiere propiedad y la Armada Nacional inicia la reconstrucción y reactivación del Astillero con aportes del Gobierno Nacional. En Julio de 1.998 el Astillero Naval de la Base Naval ARC “Bolívar” sube al ARC “Antioquia” e inicia los trabajos de dique en Mamonal. Después de 40 años, sin el esperado progreso y desarrollo de la industria naval del país, la Armada Nacional recupera autonomía en mantenimiento de dique a sus buques de guerra capitales.

El 21 de julio de 2.000 se crea COTECMAR, en la ciudad de Cartagena y se protocolizó mediante escritura pública No. 0616 de la misma fecha con el socio principal Ministerio de Defensa Nacional – Armada Nacional y socios tecnológicos de las Universidades Nacional de Colombia y la Universidad Tecnológica de Bolívar.

**Figura 3.** Socios de Cotecmar



**Fuente:** Información suministrada por la Oficina de Sistemas de Gestión de Calidad Cotecmar.

La Armada Nacional de Colombia, desde el año 1.996, inició un proceso de reactivación de la industria naval, orientada a la construcción de una serie de buques Nodrizas para la Brigada Fluvial de La Infantería de Marina; primero en su Astillero Naval ubicado en la Base Naval ARC BOLÍVAR en Cartagena y ahora en la planta de Mamonal de COTECMAR. Posteriormente, desarrolló el proyecto de diseño y construcción del Buque Balizador o Boyero para la Dirección General Marítima, en el año 2.000 diseñó y construyó una estación flotante de bombeo de agua para la refinería de ECOPETROL en Barrancabermeja, proyecto que culminó en el año 2.001. Para la ejecución de estos proyectos se creó la infraestructura necesaria en el antiguo Departamento Técnico de la Base Naval ARC Bolívar y es así como la División de Ingeniería desde entonces es la antecesora de la Dirección de Investigación, Desarrollo e innovación de COTECMAR. De hecho muchos de los funcionarios Directivos, analistas y dibujantes provienen de esa dependencia y participaron en los proyectos de diseño y construcción que allí se desarrollaron.

#### **1.4. PLAN ESTRATEGICO DE LA CORPORACION**

El Plan Estratégico de COTECMAR tiene como propósito fundamental consolidar comercial, financiera y administrativamente a la Corporación en el mediano y largo plazo.

Como premisa para la elaboración del Plan, se consideró que estuviera alineado con los propósitos de la Presidencia de la República y con los objetivos del Ministerio de Defensa Nacional, Comando General de las Fuerzas Militares y Armada Nacional.

El proceso permitió realizar un análisis acerca de las condiciones actuales del entorno de la empresa y un diagnóstico del desempeño de COTECMAR para estructurar un plan que le permita a la Organización mejorar sus condiciones con el fin de enfrentar las variables internas y externas que pueden afectar su desarrollo.

El resultado obtenido es fruto de un trabajo que integró las posiciones y el sentir de los miembros del Consejo Directivo de COTECMAR, por intermedio de sus asesores, y de la conformación de un equipo interdisciplinario al interior de la Corporación denominado Equipo de Pensamiento Estratégico.

Los grupos fueron concebidos para asesorar a la Alta Dirección de COTECMAR sobre el rumbo que debe tomar la Organización para mejorar su posición competitiva y recomendar acciones para asegurar su estabilidad en el mediano plazo.

A nivel interno fue importante la participación activa de las diferentes Direcciones, las cuales garantizaron que los funcionarios de sus dependencias asimilaran el trabajo realizado, contribuyendo a que las Directrices impartidas por la Alta Dirección, se vieran reflejadas en cada acción propuesta en el Plan de Acción de la próxima vigencia.

Este Plan consolida las conclusiones y recomendaciones, traduciéndolas en Directrices Estratégicas para el periodo 2007 – 2010.

**La misión de Cotecmar es:** “COTECMAR es una Corporación de ciencia y tecnología orientada al diseño, construcción, mantenimiento y reparación de buques y artefactos navales.

COTECMAR, apoyada en la relación universidad-empresa, tiene como prioridad la investigación, el desarrollo, la aplicación de nuevas tecnologías y de las mejores prácticas empresariales en la elaboración de sus productos y servicios, dirigidos a satisfacer las necesidades técnicas de la Armada Colombiana y del mercado nacional e internacional, para así contribuir con el desarrollo tecnológico, social y económico del país.

COTECMAR propicia el desarrollo personal y profesional de sus integrantes y se compromete con una cultura de calidad y respeto al medio ambiente. Sus socios,

empleados y aliados son el respaldo y la seguridad en la excelencia del servicio.”

**La visión de Cotecmar es:** “Ser la organización líder en la investigación e innovación tecnológica para el desarrollo del Poder Marítimo Nacional, en el campo de la industria naval, marítima y fluvial, con proyección internacional”.

**Los valores de Cotecmar son:**

### **Innovación**

En COTECMAR se estimula la creatividad como aporte al conocimiento individual y colectivo, aplicado a los productos y servicios, con el objetivo de ampliar nuestros mercados y alcanzar el éxito económico de nuestra organización.

### **Compromiso**

COTECMAR promueve la responsabilidad y el sentido de pertenencia aplicado en su gestión interna, contribuyendo de esta manera al mejoramiento continuo, el cual redundará en el beneficio de todos los funcionarios y cada uno de nuestros clientes y aliados.

### **Liderazgo**

Los colaboradores de COTECMAR están orientados a la búsqueda de la excelencia mediante la acción efectiva, facilitando de esta manera que sus ideas y aportes sean tenidos en cuenta dentro de las actividades que desarrolla la Corporación.

### **Trabajo en equipo**

En COTECMAR se promueve el trabajo en equipo como factor de integración, participación, confianza y creatividad colectiva, logrando así la sinergia necesaria que permitirá potenciar los resultados obtenidos en el desarrollo de las actividades.

## **Responsabilidad Social**

En COTECMAR se respeta y se da cumplimiento a los compromisos adquiridos con los individuos, con la comunidad y con el Estado, al igual que se reconoce el deber adquirido por el impacto ambiental de su actividad empresarial y se actúa en procura de alcanzar un desarrollo sostenible y armónico con el entorno.

## **Investigación**

En COTECMAR se promueve la generación del conocimiento mediante procesos sistemáticos, organizados y objetivos con el propósito de responder a las necesidades de la Industria Naval, Marítima y Fluvial.

**La Política de Cotecmar es:** “Suminstramos servicios de Construcción, Reparación y Mantenimiento de buques y artefactos navales, en el tiempo y precio convenidos, mejorando continuamente, apoyados en el talento humano calificado y comprometido con la calidad y el desarrollo de la industria naval, para lograr satisfacer los requerimientos de nuestros clientes”.

### **Los objetivos corporativos de Cotecmar son:**

- Alcanzar a través de la optimización de los procesos el máximo nivel de cumplimiento de lo pactado con el cliente.
- Minimizar los reclamos de garantía aceptados con relación a la totalidad de los proyectos ejecutados en el año.
- Desarrollar la competencia del talento humano con nuevos conocimientos y tecnologías existentes en el medio, de acuerdo con el plan de capacitación.
- Mejorar el nivel de satisfacción del cliente, tomado de la encuesta de evaluación que para ese factor se tiene.

## **1.5. ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA**

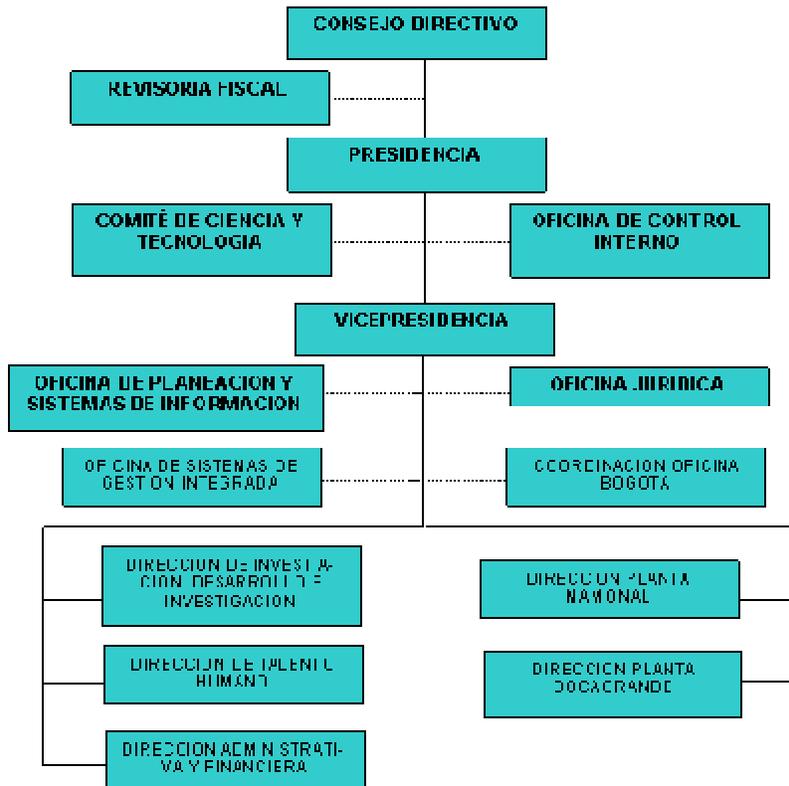
En COTECMAR trabajamos personas comprometidas con el desarrollo de nuestro país y de su industria naval, marítima y fluvial. Nuestro talento humano está conformado por funcionarios del Ministerio de la Defensa – Armada Nacional en comisión de servicios y por trabajadores vinculados a nómina, quienes son responsables del direccionamiento estratégico de la Corporación, así como de diferentes actividades profesionales, técnicas y asistenciales.

Adicionalmente, en los proyectos de reparación y construcción naval, COTECMAR cuenta con los servicios de empleados en misión, outsourcing de contratistas y organizaciones de trabajo asociado especializadas y capacitadas que cumplen con las competencias exigidas para el desarrollo de las diferentes actividades de la Corporación.

Para satisfacer los requerimientos de nuestros clientes y de acuerdo con las necesidades de nuestras áreas Operativa y Administrativa, realizamos procesos de selección de personal para la vinculación de técnicos y profesionales especializados en la industria naval, identificando en los postulantes las competencias críticas para asegurar el desempeño exitoso en el cargo a cubrir.

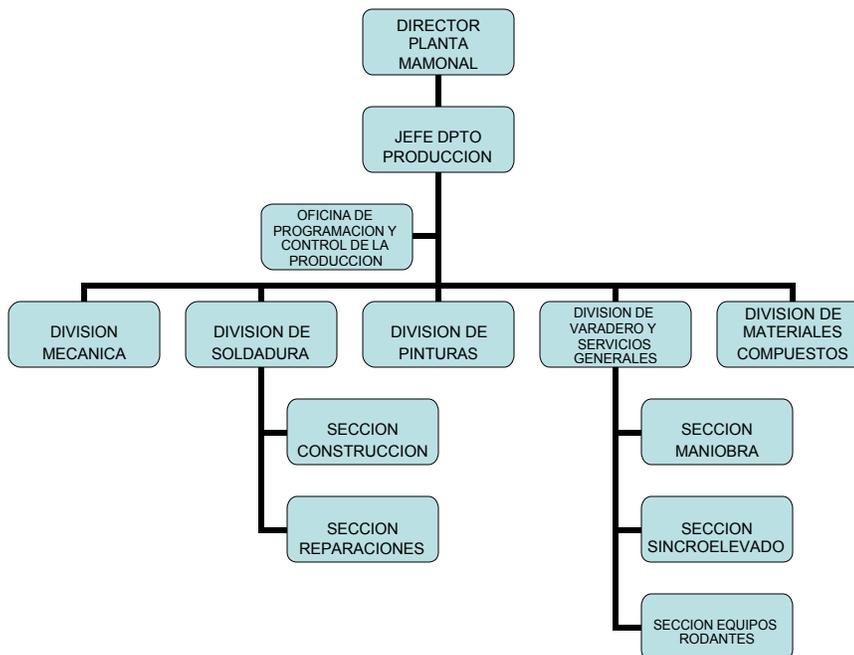
A continuación en la figura 4 se mostrara la estructura organizacional de la Cotecmar y en la figura 5 se mostrara la estructura organizacional de la Planta Mamonal.

Figura 4. Estructura Organizacional Cotecmar



Fuente: Información suministrada por la Oficina de Sistemas de Gestión de Calidad Cotecmar.

Figura 5. Estructura Organizacional Planta.



Fuente: Información suministrada por la Oficina de Sistemas de Gestión de Calidad Cotecmar.

## 1.6. PORTAFOLIO DE SERVICIOS DE COTECMAR PLANTA MAMONAL

Los servicios que ofrece COTECMAR en su planta Mamonal son los siguientes:

### 1.6.1. Diseño de Buques y Artefactos Navales

Cotecmar basado en el valor de la innovación y con el fin de satisfacer las necesidades de sus clientes, diseña y construye buques y artefactos navales.

Algunos de los proyectos más importantes de diseño de las embarcaciones son:

- **Buque Carguero:** Como resultado de la necesidad del gobierno para apoyar a las zonas alejadas del país se presenta un buque carguero con capacidad de apoyar a los diferentes municipios ubicados en las riberas del río Atrato y en las costas Atlántica y Pacífica Colombiana.

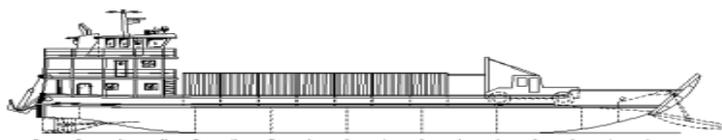
El buque tiene capacidad de transportar 07 contenedores de 20 pies sobre cubierta. Este concepto fue seleccionado teniendo en cuenta que existe la necesidad de transportar diferente tipo de carga; ya sea carga en cajas, al granel o refrigerada. Por lo tanto, el mejor concepto de transporte es utilizando contenedores, que brinda una mayor versatilidad y eficiencia en el transporte. El modo de cargar y descargar el buque puede ser empleando la grúa del buque o utilizando un cargador el cual puede posicionar los contenedores sobre cubierta a través de la rampa ubicada en proa.

El concepto de la rampa en proa es para que el buque se acerque a las playas, en el caso de que el apoyo se brinde a una población ubicada sobre la costa.

El buque tiene una autonomía de 2.000 km. Esta autonomía fue seleccionada para que el buque pueda navegar dos travesías de ida y vuelta desde el Golfo de Uraba hasta la ciudad de Quibdó en el departamento de Choco. El trayecto desde el Golfo de Uraba hasta Quibdó en de 508 km de navegación en el río Atrato.

Con este concepto de diseño del buque carguero se puede brindar un gran apoyo a las diferentes poblaciones alejadas de Colombia, a las cuales no se puede acceder por vía terrestre. Adicionalmente es necesario tener en cuenta que el concepto de transporte fluvial o marítimo es mucho mejor que el terrestre en términos de costo y contaminación ambiental, a continuación en la figura 6 se mostrara una imagen del Buque Carguero.

**Figura 6.** Buque Carguero



**Fuente:** Pagina Web Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

**Tabla 6.** Características del Buque carguero

DIMENSIONES	
Eslora	42.0 m
Manga	9.75 m
Puntal	2.75 m
Calado Medio	1.50 m
DESEMPEÑO	
Velocidad	12 km./hr
Autonomía	2000 km
CAPACIDADES	
Combustible Diesel	6000 Gal
Agua Potable	500 Gal
Carga	07 Contenedores de 20 pies
PROPULSION	
Motores principales	2x 475 BHP.
Auxiliar proa	Bombas Jet Schottel SPJ 22.

**Fuente:** Pagina Web Cotecmar ([www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

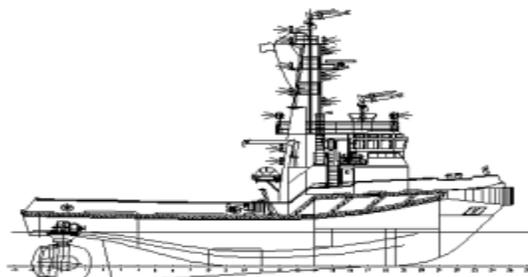
- **Remolcador Bahía:** Este remolcador está diseñado especialmente para efectuar remolques en alta mar y maniobras en el puerto. Está proyectado para conseguir la máxima eficacia en las operaciones de maniobra de atraque de buques con la máxima simplicidad de manejo.

El casco es construido totalmente de acero soldado, cumpliendo con el reglamento de la Sociedad Internacional de Clasificación Bureau Veritas con el fin de obtener la clase + I 3/3 E REMOLCADOR ALTA MAR + AUT.

La popa despejada y una amplia visibilidad desde el puente facilitan al máximo la seguridad y eficacia en la maniobra; para ello se han dispuesto ventanas en todo el contorno de la caseta, desde la cubierta puente hasta techo.

El remolcador dispone de dos motores propulsores marca CATERPILLAR, mod. 3515B DITA "A" Rating de 2260 BHP a 1600 RPM. con dos clutches Twin Disc. El conjunto acciona 2 equipos propulsores Steerprop modelo SP20 garantizando aproximadamente un bollard pull de 55.1 t. Para la generación de la electricidad se dispone de dos grupos auxiliares marca CATERPILLAR mod. 3306B de 213 KVA a 60 Hz y un grupo auxiliar de emergencia marca CATERPILLAR mod. 3304 de 81 KVA a 60 Hz, a continuación en la figura 7 se mostrara una imagen del remolcador bahía.

**Figura 7.** Remolcador de Bahía.



**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ([www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

A continuación en la tabla 7 se mostraran las características del remolcador:

**Tabla 7.** Características del Remolcador Bahía

<b>MAQUINAS DE COBIERTA</b>
1 máquina de remolque de tensión constante
1 grúa telescópica con boom retráctil 2080 Kg. (4 m) , 1490 kg(6 m) 1120 kg (8 m).
1 molinete de anclas para cadena de 20.5 mm con motor eléctrico.
<b>CONTRA INCENDIOS EXTERIOR</b>
2 monitores agua espuma de 400 m <sup>3</sup> /hr aprox. , alcance vertical 40 m , horizontal 80 m aprox.
Equipo Antipolución:
1 bomba con boom para dispersante
<b>EQUIPOS ELECTRONICOS</b>
1 Radar de 72 millas 10 Kw.
1 Radar de 24 millas
1 Ecosonda
1 Sistema de navegación GPS
1 Receptor de cartas meteorológicas
1 Preamplificador Facsimil
1 Piloto automático
2 VHF.
2 Antenas VHF alta ganancia
1 Receptor de banda fija
1 Antena receptor de socorro
1 Radiotelefonía onda media y onda corta de 250 W
1 Intercomunicador para 6 servicios
<b>EQUIPOS VARIOS</b>
Material reglamentario según el convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar SOLAS '74
1 Central de alarmas contra incendios con 5 detectores
1 Armario frigorífico.
1 congelador.
1 cocina
1 unidad A/A
1 ventilador extractor de cocina
1 equipo de teléfono autogenerado de 3 estaciones
1 Sirena
1 proyector

Fuente: Pagina Web de Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

### 1.6.2 Construcción de Buques y Artefactos Navales

Dentro de sus unidades de negocio Cotecmar cuenta con un área especializada en la construcción de buques y artefactos Navales, a continuación se presentan algunos de los buques construidos en la Corporación.

- **Patrullero de Río:** Plataforma móvil blindada especial, con capacidad de Inteligencia Técnica, para el soporte de operaciones de asalto, seguridad y control en los ríos Colombianos, a continuación en la figura 8 se mostrara una imagen del buque patrullero fluvial (Nodriza VI)

**Figura 8.** Buques Patrulleros Fluviales (NODRIZA)



**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

**Tabla 8.** Características del Patrullero de Río

<b>DESEMPEÑO</b>	
Velocidad	18 km./hr
Autonomía	15 Días
Radio de Acción	3240 km
<b>DIMENSIONES</b>	
Eslora	38.45 m
Manga	9.50
Puntal	2.80 m
Calado Medio	0.95 m
Desplazamiento	260 t
<b>CAPACIDAD DE TANQUES</b>	
Gasolina (con Explosafe®)	5700 Gal
Combustible Diesel	10500 Gal
Agua Potable	5490 Gal

**Fuente:** Pagina Web Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

- **Lancha Hidrográfica:** Esta diseñada para realizar operaciones de investigación hidrográfica en aguas costeras, de duración estimada de un día (ocho horas continuas) con énfasis en levantamiento batimétricos en aguas someras, a continuación en la figura 9 se mostraran unas imágenes de la lancha hidrográfica.

**Figura 9.** Lancha Hidrográfica (MULTHAZ)



**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ([www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

**Tabla 9.** Características de la Lancha Hidrográfica

<b>CARACTERISTICAS</b>	
Eslora	12 m
Manga	3.5 m.
Puntal	2.80 m
Calado Medio	0.7 m
Desplazamiento	7 t
<b>DESEMPEÑO</b>	
Velocidad	12 Nudos
Autonomía	8 horas
<b>MATERIAL</b>	
Casco y Apéndices	Fibra de vidrio

**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ([www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com))

➤ **Lancha Interceptora:**

**Figura 10.** Lancha Interceptora



**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

**Tabla 10.** Características de la Lancha Interceptora

<b>DESEMPEÑO</b>	
Velocidad	40 Nudos
Autonomía	500 MN
<b>MATERIAL</b>	
Casco y Apéndices	Fibra de vidrio
<b>DIMENSIONES</b>	
Eslora	12.30 m
Manga	2.67 m
Puntal	1.40 m
<b>CAPACIDADES</b>	
Desplazamiento Aprox.	5500 Kg.
Combustible Diesel	600 Gal.
Agua Potable	50 Gal
Tripulación	5 Tripulantes
<b>PROPULSION</b>	
Motores principales	3 x 200 BHP [Diesel] Tipo: Fuera de borda
Trasmisiones	03 Trasmisiones de Superficie

**Fuente:** Pagina Web de Cotecmar ( [www.cotecmar.com](http://www.cotecmar.com) )

**1.6.3 Reparación y Mantenimiento de buques y artefactos navales:** En Cotecmar Planta mamonal en el Departamento de Producción se realizan reparaciones y mantenimiento de buques y artefactos navales particulares y de la Armada Nacional.

Cotecmar Planta Mamonal presta servicios de:

- Maniobra de subida y bajada de embarcaciones.
- Pintura y recubrimientos.
- Medición de espesores por ultrasonido.
- Remoción y cambio de aceros.
- Remoción e instalación de tuberías.
- Mantenimiento y reparación de la línea de propulsión de paso fijo y paso variable.
- Manteamiento y reparación de válvulas de fondo.
- Mecanizado de piezas.
- Pruebas neumáticas e hidrostáticas.
- Estudios de protección catódica.
- Balanceo estático y dinámico de hélices.
- Servicio de Muelles
- Ensayos no destructivos

**1.6.4 Consultoría y Asesoría:** En Cotecmar también se prestan consultorías y asesorías de ingeniería y arquitectura naval entre otras.

- Consultoría en Ingeniería y Arquitectura Naval.
- Consultoría en soldadura para procesos especiales de reparación.
- Elaboración de protocolos de pruebas de puerto y de mar.
- Conducción de pruebas de puerto y de mar.
- Preparación de propuestas para modificaciones y alteraciones de buques.
- Asesoría y consultoría para el aseguramiento de la calidad en todos los procesos especializados de la Industria Naval, Marítima y Fluvial.

**1.6.5. Trabajos de Metalmecánica y Soldadura en general:**

- Fabricación de estructuras metálicas, tanques y plantas industriales.
- Soldadura para procesos especializados y de mantenimiento TIG / MIG / SMAW.
- Corte por control numérico oxiacetilénico y plasma.
- Doblado y rolado de láminas hasta  $\frac{3}{4}$ " x 6 metros.
- Torneado, alesado, escoplado, cepillado y fresado

**1.6.6 Taller De Motores Detroit Diesel:** Cotecmar cuenta con un taller de motores diesel donde se realizan mantenimientos y reparaciones de:

- Motores diesel MTU, Detroit y Caterpillar hasta 5.000 HP.
- Reductores Twin disc, MTU y Allison.
- Bombas para agua, aceite y combustible, inyectores, turbos, blowers, culatas, múltiples de admisión y escape, enfriadores y tanques de expansión.
- Pruebas de dinamómetro para motores de 100 HP a 2.000 HP y 4000 RPM.
- Balanceo dinámico y estático hasta 100 Kg. y 1 metro de diámetro.
- Diagnóstico preventivo de motores y toma de parámetros de funcionamiento

**1.6.7 Taller de servicio autorizado siemens motores:** Cotecmar cuenta con un taller de servicio autorizado de motores Siemens donde se realizan mantenimientos y reparaciones, diseños, montajes e instalaciones de motores.

**a) Mantenimiento y Reparaciones:**

- Motores eléctricos trifásicos, monofásicos y generadores.
- Convertidores rotativos y transformadores de distribución de baja tensión.

**b) Diseño, montaje, instalación y mantenimiento de:**

- Sistemas de monitoreo, control y automatización.
- Sistemas De aire acondicionado y refrigeración para servicio marino, industrial y comercial.
- Sistemas de protección para equipos y maquinaria eléctrica.
- Sistemas de detección de incendios.
- Líneas de baja y media tensión.

## **2. CAPACIDADES ACTUALES DE LAS DIVISIONES DE MATERIALES COMPUESTOS Y PINTURAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE COTECMAR PLANTA MAMONAL**

El Departamento de Producción de COTECMAR, cuenta con cinco divisiones denominadas:

- División de soldadura.
- División de Mecánica.
- División de Materiales Compuestos.
- División de Pinturas.
- División de Varadero y Servicios Generales.

En la ejecución de los proyectos de nuevas construcciones y reparaciones del Departamento de Producción de COTECMAR planta Mamonal, se realizan una serie de actividades, por parte de las áreas productivas objeto de estudio de esta investigación, que son las encargadas de ejecutar los procesos que a continuación se describen:

### **2.1 DIVISIÓN DE MATERIALES COMPUESTOS:**

Esta división es la encargada de realizar procesos de construcción, reparación y mantenimiento, en materiales compuestos (PRFV, KEVLAR, FIBRA DE CARBON), de embarcaciones de hasta 20 m de eslora y/o componentes de estas. Los procesos que se ejecutan en esta división, son los siguientes:

- **Proceso de reparación de pieza y/o recubrimiento en materiales compuestos:**  
Es el proceso mediante el cual se efectúan reparaciones o se someten a mantenimiento piezas construidas con materiales compuestos, con el propósito de devolverlas a condiciones similares a las de su estado original brindar protección a componentes metálicos por medio de la aplicación de recubrimientos en, materiales compuestos para prevenir así la corrosión. Según, procedimiento,

reparación de pieza y/o recubrimiento en materiales compuestos<sup>4</sup>, a continuación en la figura 11 se mostrara una imagen del recubrimiento de una pieza en materiales compuestos.

**Figura 11.** Recubrimiento de piezas en materiales compuestos



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

- **Proceso de Construcción De Modelos:** Es el proceso mediante el cual se hace una reproducción a escala 1:1 de la pieza que se desea construir con el acabado exterior y/o interior requerido, y construida teniendo en cuenta los ángulos de desmoldeo y contracción de las resinas para que la pieza moldeada tenga las dimensiones especificadas por el diseñador. Normalmente es fabricado en madera recubierta con PRFV y algunas veces se emplea una pieza existente como base para el modelo. Según procedimiento, construcción de modelos<sup>5</sup>, a continuación en la figura 12 se mostraran algunos modelos construidos.

---

<sup>4</sup> COTECMAR planta-Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). P-DEPROMA- 82-001

<sup>5</sup> COTECMAR planta-Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). P-DEPROMA- 82-003

**Figura 12.** Construcción de Modelos



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

- **Proceso de Construcción de Moldes:** es el proceso mediante el cual se construye el negativo a escala 1:1 de la pieza que se desea construir con el acabado exterior y/o requerido y construido sobre un modelo. Normalmente es fabricado en PRFV, siendo la selección del *gelcoat* y la resina a emplear función del ciclo esperado de producción. Según lo establecido en el procedimiento, construcción de moldes<sup>6</sup>, a continuación en la figura 13 se mostrara un molde.

**Figura 13.** Moldes



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

- **Proceso de Construcción de piezas:** Es el proceso mediante el cual se realizan construcciones de piezas en materiales compuestos, las cuales pueden ser sencillas o hasta una embarcación de hasta 20 metros de eslora, pasando por

---

<sup>6</sup> COTECMAR planta-Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). P-DEPROMA- 82-04.

artefactos navales como boyas y todos sus componentes, cumpliendo lo especificado en las ordenes de trabajo. Para fabricarla se requiere tener un molde. Según lo descrito en el procedimiento, construcción de piezas<sup>7</sup>, a continuación en la figura 14 se mostraran algunas piezas realizadas en la division.

**Figura 14.** Piezas



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

## 2.2 DIVISION DE PINTURAS

Esta división es la encargada de realizar trabajos de pinturas para la protección contra la corrosión en las diversas partes del buque como lo son: obra viva, obra muerta, tanques de almacenamiento, mamparos, timones y en el interior del buque (si se requiere) en el área de reparaciones y mantenimiento; así como realizar recubrimientos en proyectos de construcción, todo esto mediante la ejecución de los siguientes procesos productivos:

- **Proceso de preparación de superficies:** Es la etapa preliminar para la aplicación de pintura, la cual consiste en limpiar y alistar la superficie para la aplicación del

---

<sup>7</sup> COTECMAR planta- Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). P-DEPROMA- 82-02.

recubrimiento, hasta conseguir el grado requerido por el cliente, especificado en la orden de trabajo y que involucra el rasqueteo, lavado, utilización de un método abrasivo para la remoción de la pintura vieja, incrustaciones y rastros de óxidos e impurezas. Según procedimiento, preparación de superficies<sup>8</sup>

Esta etapa es fundamental para el buen desempeño de un recubrimiento: la superficie debe quedar libre de suciedad, herrumbre, escamas, aceite, humedad, sales solubles o cualquier material extraño que proporcione una base débil para sostener un recubrimiento, a continuación en la figura 15 se mostraran algunas imágenes del proceso de preparación de superficies.

**Figura 15.** Preparación de Superficies



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

- **Proceso de aplicación de recubrimientos:** Este proceso se encarga de brindar protección a las diferentes estructuras a través de la aplicación de recubrimientos para la prevención de la corrosión proporcionando lineamientos y directrices para la correcta aplicación de estos recubrimientos. Según procedimiento, aplicación de recubrimientos<sup>9</sup>, a continuación en la figura 16 se mostraran algunas imágenes del proceso de aplicación de recubrimientos.

<sup>8</sup> COTECMAR planta-Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). P-DEPROMA- 74-001.

<sup>9</sup> COTECMAR planta-Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). P-DEPROMA- 74-002.

**Figura 16.** Aplicación de recubrimientos



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

### **2.3. PROCESO PRODUCTIVO**

En COTECMAR, se maneja un tipo de producción por proyectos, es decir, durante la ejecución de un proyecto (embarcación en construcción o en reparación), intervienen una o varias divisiones del departamento de producción, realizando actividades propias de su área. Teniendo en cuenta que los proyectos varían de una embarcación a otra, pueden o no intervenir todas las divisiones.

Las áreas objeto de estudio intervienen en la ejecución de los proyectos de construcción y de reparación y mantenimiento, realizando actividades relacionadas con los procesos mencionados, llevando para cada proyecto una carpeta con toda la información, registros que se generen y que exija el sistema de gestión de calidad.

Estas áreas dan inicio a un proyecto cuando la jefatura de la división recibe el número de orden de trabajo, junto con la cotización, los estimativos de horas/hombre, horas/maquina, materiales a utilizar y el anexo técnico correspondiente, emitido por la oficina de programación y control de la producción (OFPCP).

Luego de esto, el jefe de la división verifica la información técnica con la finalidad de asignar el supervisor del proyecto, contratista (si es requerido o no), los turnos de trabajo, hacer el pedido de materiales e insumos, establecer la cedula de laminación (para materiales compuestos), entregar los instructivos de trabajo a los operarios y diligenciar

los registros pertinentes como son: el plan de calidad “F-DIRCAL-31-02”<sup>10</sup> y el registro de control de trabajo “F-DEPRO-02-00”<sup>11</sup>,.

Una vez terminada la ejecución de los procesos productivos, el jefe de la división debe retroalimentar al cliente interno (gerente del proyecto) con la información real de los costos de producción a fin de tener datos más reales al momento de ejecutar otro proyecto similar.

Con el objetivo de alcanzar una mejora continua en la gestión de los procesos ejecutados por las áreas objeto de estudio, se realizará un diagnóstico del estado actual de las mismas, mediante el análisis de las *7M* de productividad (Métodos, Materia Prima, Medios Logísticos, Maquinaria y Equipo, Medio Ambiente, Mano de Obra, *Management*) aplicando técnicas y herramientas como la caracterización de los procesos, diagramas analíticos, cursogramas sinópticos, el ciclo PHVA, matrices de correlación, diagramas causa-efecto y diagramas de causalidad.

En este capítulo se definirán las siguientes fases para luego realizar un diagnóstico que se presentará en el capítulo 3.

Una primera fase en donde se realiza la **Identificación y Caracterización** de los procesos correspondientes a cada una de las divisiones con el fin de verificar si los procesos y procedimientos cumplen o no con lo establecido.

Posterior a esto, se llevará a cabo la fase de **Identificación de Productos o Servicios por Proceso**, determinando de qué manera se asegura que el producto o servicio sea entregado con la calidad exigida.

La tercera fase hace referencia a la **Identificación de Variables de Producto o Servicio por Categoría**, para el cual se analizarán las variables costo, tiempo y calidad verificando el control que se hace en la ejecución de los procesos correspondientes a cada una de las áreas objeto de estudio.

---

<sup>10</sup> COTECMAR planta-Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). F-DIRCAL-31-02

<sup>11</sup> COTECMAR planta-Mamonal. Sistema Gestión de Calidad (FAST TRACK). F-DEPRO-02-00

En la cuarta fase se realiza **Identificación de las Variables de los Procesos por Grupo**. En éste fase se realizará el análisis de varios aspectos con relación a la maquinaria y equipo:

- Cumplimiento del estado y capacidad operativa.
- Cumplimiento del plan de mantenimiento.
- Idoneidad del personal para la operación.
- Cumplimiento de la capacidad acorde con la demanda de producción.
- Criticidad de la maquinaria y equipo.

Después del desarrollo de la fase anterior, se procederá a realizar un diagnóstico de la **mano de obra** donde se compararán los perfiles de los cargos de las áreas objeto de estudio vs las hojas de vida del personal que allí labora con el fin determinar si cumplen o no con el perfil requerido.

Así mismo, se realizará un análisis de la **materia prima** que intervienen en cada uno de los procesos de dichas áreas, para lo cual se tuvieron en cuenta las condiciones de almacenamiento y reacondicionamiento, procesos de requisición, controles de calidad y nivel de criticidad.

Se enfatizará en el análisis de los **métodos** donde se tendrán en cuenta los modos de ejecución de las actividades (si son o no lo más adecuados), condiciones de trabajo, personal y factores de riesgo.

Posterior a esto, se realizara un estudio de **management** donde se analizará la cultura organizacional manejada en las áreas objeto de estudio, basado en el conjunto de valores, creencias y entendimientos importantes que el personal tiene en común.

Además se hará un estudio de los **medios logísticos** en donde se tendrán en cuenta aspectos relacionados con la distribución de la planta:

- Disponibilidad de equipos.
- Almacenamiento de materias primas.

La **medición, seguimiento y control** consistirá en analizar la magnitud de los fenómenos, recopilación de información para controlar los resultados de la medición, monitorear los resultados y tomar medidas acciones correctivas y preventivas.

## 2.4 FASES DEL PREDIAGNOSTICO

### 2.4.1 Fase 1: Identificación y Caracterización

#### A. División Materiales Compuestos

##### a) Proceso de Reparación y Mantenimiento

**Tabla 11.** Identificación del proceso de Reparación y Mantenimiento

<b>OBJETIVO</b>	Desarrollar las actividades necesarias en la reparación y mantenimiento de piezas de Materiales Compuestos para garantizar el cumplimiento de los tiempos programados con la optimización de los recursos, especificaciones técnicas y de calidad previstas.
<b>ALCANCE</b>	Inicia desde la recepción del bien del cliente hasta el término de los trabajos contemplados dentro de los servicios que se han pactado con este, incluyendo las pruebas finales y la entrega del servicio al cliente.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Es el proceso mediante el cual se efectúan reparaciones, se someten a mantenimiento piezas construidas con materiales compuestos, con el propósito de devolverlas a condiciones similares a su estado original, brindar protección a componentes metálicos por medio de la aplicación de recubrimientos en materiales compuestos para prevenir la corrosión

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

**Figura 17. Caracterización Proceso de Reparación y Mantenimiento**

PROVEEDORES	ENTRADAS	SUBPROCESOS	SALIDAS
Jefe del Departamento de Producción. Gerente de Proyectos. Jefe del Departamento de Abastecimientos. Jefe del Departamento de Talento Humano. Jefe de la División de Costos. Jefe del Departamento de Inspección y ensayo. Servicios Técnicos Industriales.	Bien del Cliente. Materiales. Mano de Obra. N°. de Orden de Trabajo (O.T.). Cronograma Inicial. Programación Integral de la Producción. Información.	Recepción del bien del cliente. Evaluación del daño. Remoción del material dañado. Relleno de superficie (Si es necesario). Aplicación de laminado. Acabado de pieza.	Servicio terminado para Entrega al cliente. Plan de calidad del proyecto. Certificado de pruebas realizadas (Solo si el cliente lo requiere)
CLIENTES	RESPONSABLES	PARTICIPANTES	IDENTIFICACIÓN DE
Gerente de Proyectos, R5A, Entrega del Servicio.	Jefe Departamento De Producción. Jefe de división de Materiales Compuestos.	Jefe de Oficina de Programación y Control de la Producción. Jefe División de Varadero. Jefe División de Materiales Compuestos. Jefe de División de Mantenimiento. Supervisores. Operarios.	D1. Planificación control y mejora. R3A. Proyecto de servicios. A1. Talento Humano. A2. Abastecimientos. A4. Consultaría en Ingeniería. A5. Mantenimiento.
INDICADORES DE GESTION	SEGUIMIENTO		REQUISITOS
Cumplimiento Real del Proyecto (C.R.P). $CRP = ((\text{Tiempo de ejecución} - \text{Tiempo estimado}) / \text{Tiempo Estimado}) * 100$ Calidad Intrínseca (C.I.) CI = Calificación de la encuesta de satisfacción del cliente.	Reuniones de Proyectos Diarias.		4.2.3, 4.2.4. 6.3, 6.4. 7.5.1, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5. 8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.4, 8.5.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.)

## b) Proceso de construcción de Piezas.

**Tabla 12.** Identificación Proceso Construcción de Piezas

<b>OBJETIVO</b>	Desarrollar las actividades necesarias en la fabricación de piezas en Materiales Compuestos, para garantizar el cumplimiento de los estándares y normatividad requerida por el cliente, dentro de los tiempos programados, con la optimización de los recursos, especificaciones técnicas y de calidad previstas.
<b>ALCANCE</b>	Inicia desde la recepción de la información para la construcción, hasta el término de los trabajos contemplados para la entrega del producto al cliente.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Es el proceso mediante el cual se realizan construcciones de piezas en materiales compuestos, las cuales pueden ser sencillas o hasta una embarcación de 20 metros de eslora, pasando por artefactos navales como boyas y todos sus componentes, cumpliendo lo especificado en las ordenes de trabajo. Para fabricarla se requiere tener un molde.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez.).

**Figura 18.** Caracterización Proceso de Construcción de piezas

PROVEEDORES	ENTRADAS	SUBPROCESOS	SALIDAS
Dirección de proyectos. Gerente de Proyectos. R3B. Proyecto de construcción. Jefe del Departamento de Producción. G3. Gestión de Producción. Jefe del Departamento de Abastecimientos. Jefe del Departamento de Talento Humano. Jefe de la División de Costos. Servicios Técnico Industriales.	Informes de Construcción. Materiales. Mano de Obra. Programa de Calidad Projectado. Programa Integral de Producción. Instructivos de Trabajo,	Encerado de Molde. Aplicación de gelcoat. Aplicación de Capa de Contacto. Laminación de Refuerzo sólido o en sandwich. Montaje de Estructura. Desmoldeo de la Pieza.	Producto Terminado (Pieza o embarcación hasta de 20 m de eslora). Plan de Calidad del Proyecto. Certificado de pruebas realizadas (Solo si el cliente lo requiere).
CLIENTES	RESPONSABLES	PARTICIPANTES	IDENTIFICACION DE PROCESOS DE APOYO
Director de Planta, D1. Planificación, Control y mejora. Gerente de Proyectos, R5B. Entrega del Producto.	Jefe Departamento de Producción. Jefe de división de Materiales Compuestos.	Jefe de la División de Materiales Compuestos. Jefe de la División de Mecánica. Jefe de la División de Pintura. Jefe de la División de Varadero. Jefe de División de Mantenimiento. A7. Inspección y Ensayos. A8. Metrología.	D1. Planificación control y mejora. R3B. Proyecto de Construcción. A1. Talento Humano. A2. Abastecimientos. A4. Consultoría en Ingeniería. A5. Mantenimiento. A7. Inspección y Ensayos. A8. Metrología.
INDICADORES DE GESTION	SEGUIMIENTO		REQUISITOS ISO 9001:2000
Cumplimiento Real del Proyecto (C.R.P). $CRP = ((\text{Tiempo de ejecución} - \text{Tiempo estimado}) / \text{Tiempo Estimado}) * 100$ Calidad Intrínseca (C.I.) CI = Calificación de la encuesta de satisfacción del cliente.	Reuniones de Proyectos Diarias. Control de los Indicadores de los procesos que intervienen.		4.2.3, 4.2.4. 6.3, 6.4. 7.5.1, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5. 8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.4, 8.5.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez)

### c) Proceso De Construcción De Moldes.

**Tabla 13.** Identificación del Proceso de Construcción de moldes

<b>OBJETIVO</b>	Desarrollar las actividades necesarias para la construcción de moldes, como segundo paso para la producción de piezas en materiales compuestos, cumpliendo lo especificado en la orden de trabajo,
<b>ALCANCE</b>	Inicia desde la entrega del modelo con el número de la orden de trabajo y/o cotización aprobada junto con los estimativos de horas/hombre, horas/máquina y materiales, y termina con la entrega del molde al supervisor de la división.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Es el proceso mediante el cual se construye el negativo a escala 1:1 de la pieza que se desea construir con el acabado exterior y/o interior requerido, y construido sobre un modelo. Normalmente es fabricado en PRFV, siendo la selección del gelcoat y la resina a emplear función del ciclo esperado de producción.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez)

**Figura 19.** Caracterización Proceso de Construcción de moldes.

PROVEEDORES	ENTRADAS	SUBPROCESOS	SALIDAS
Dirección de proyectos.  Gerente de Proyectos. R3B. Proyecto de Construcción.  Jefe del Departamento de Producción. G3. Gestión de Producción.  Jefe del Departamento de Abastecimientos.  Jefe del Departamento de Talento Humano.  Servicios Técnicos Industriales.	Orden de Trabajo con anexo técnico correspondiente.  Mano de Obra.  Materiales e Insumos.  Equipos y Herramientas  Instructivos de Trabajo	Encerado de modelo.  Aplicación de gelcoat de moldes.  Aplicación de capa de contacto.  Laminación de refuerzo.  Montaje de estructura.  Montaje de sistema de Giro o base.  Desmoldeo de modelo.	Producto Terminado (Molde).  Plan de Calidad del Proyecto.
CLIENTES	RESPONSABLES	PARTICIPANTES	IDENTIFICACION DE PROCESOS DE APOYO
Gerente de Proyectos, R5B. Entrega del Producto.	Jefe Departamento de Producción.  Jefe de división de Materiales Compuestos.	Jefe de la División de Materiales Compuestos.  Jefe de División de Mantenimiento.  A7. Inspección y Ensayos.  A8. Metrología.	D1. Planificación control y mejora.  A1. Talento Humano.  A2. Abastecimientos.  A4. Consultaría en Ingeniería.  A5. Mantenimiento.  A7. Inspección y Ensayos.  A8. Metrología.
INDICADORES DE GESTION	SEGUIMIENTO		REQUISITOS ISO 9001:2008
Cumplimiento Real del Proyecto (C.R.P). $CRP = ((\text{Tiempo de ejecución} - \text{Tiempo estimado}) / \text{Tiempo Estimado}) * 100$  Calidad Intrínseca (C.I.) CI = Calificación de la encuesta de satisfacción del cliente.	Reuniones de Proyectos Diarias.  Control de los Indicadores de los procesos que intervienen.		4.2.3, 4.2.4.  6.3, 6.4.  7.5.1, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5.  8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.4, 8.5.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez)

#### d) Proceso De Construcción De Modelos.

**Tabla 14.** Identificación Construcción de Modelos

<b>OBJETIVO</b>	Desarrollar las actividades necesarias en la fabricación de modelos como primer paso para la producción de piezas en materiales compuestos, cumpliendo lo especificado en la orden de trabajo.
<b>ALCANCE</b>	Inicia desde la entrega del número de la orden de trabajo y/o cotización aprobada junto con los estimativos de horas/hombre, horas/maquina y materiales, y termina con la entrega del modelo al supervisor de la división para la construcción del molde.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Es el proceso mediante el cual se hace una reproducción a escala 1:1 de la pieza que se desea construir con el acabado exterior y/o interior requerido, y construida teniendo en cuenta los ángulos de desmoldeo y contracción de las resinas para que la pieza moldeada tenga las dimensiones especificadas por el diseñador. Normalmente es fabricado en madera recubierta con PRFV y algunas veces se emplea una pieza existente como base para el modelo.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

**Figura 20.** Caracterización del Proceso Construcción de modelo

PROVEEDORES	ENTRADAS	SUBPROCESOS	SALIDAS
<p>Gerente de Proyectos. R3B. Proyecto de construcción.</p> <p>Jefe del Departamento de Producción. G3. Gestión de Producción.</p> <p>Jefe del Departamento de Abastecimientos.</p> <p>Jefe del Departamento de Talento Humano.</p>	<p>Orden de Trabajo Con anexo técnico correspondiente.</p> <p>Mano de Obra.</p> <p>Materiales e Insumos.</p> <p>Equipos y Herramientas</p> <p>Instructivos de Trabajo</p>	<p>Diseño de forma de construcción.</p> <p>Corte en maquinas de carpintería y/o en la ruteadora CNC.</p> <p>Fabricación e instalación en bases modelo.</p> <p>Montaje de estructura y forro en madera.</p> <p>Recubrimiento en PRFV.</p> <p>Masillado y pulido de masillado.</p> <p>Aplicación de gelcoat base de acabado y pulido.</p> <p>Pulido final y brillado.</p>	<p>Producto Terminado (Modelo).</p> <p>Plan de Calidad del Proyecto.</p> <p>Certificado de pruebas realizadas (Solo si el cliente lo requiere).</p>
CLIENTES	RESPONSABLES	PARTICIPANTES	IDENTIFICACION DE PROCESOS DE APOYO
<p>Gerente de Proyectos, R5B. Entrega del Producto.</p>	<p>Jefe Departamento de Producción.</p> <p>Jefe de división de Materiales Compuestos.</p>	<p>Jefe de la División de Materiales Compuestos.</p> <p>Jefe de División de Mantenimiento.</p> <p>A7. Inspección y Ensayos.</p> <p>A8. Metrología.</p>	<p>D1. Planificación control y mejora.</p> <p>R3B. Proyecto de Construcción.</p> <p>A1. Talento Humano.</p> <p>A2. Abastecimientos.</p> <p>A4. Consultaría en Ingeniería.</p> <p>A5. Mantenimiento.</p> <p>A7. Inspección y Ensayos.</p> <p>A8. Metrología.</p>
INDICADORES DE GESTION	SEGUIMIENTO	REQUISITOS ISO 9001:2000	
<p>Cumplimiento Real del Proyecto (C.R.P). <math>CRP = ((\text{Tiempo de ejecución} - \text{Tiempo estimado}) / \text{Tiempo Estimado}) * 100</math></p> <p>Calidad Intrínseca (C.I.) CI = Calificación de la encuesta de satisfacción del cliente.</p>	<p>Reuniones de Proyectos Diarias.</p> <p>Control de los Indicadores de los procesos que intervienen.</p>	<p>4.2.3, 4.2.4.</p> <p>6.3, 6.4.</p> <p>7.5.1, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5.</p> <p>8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.4, 8.5.</p>	

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

## B. División De Pinturas

### a) Proceso de Preparación de Superficies

**Tabla 15.** Identificación Proceso Preparación de Superficies

<b>OBJETIVO</b>	Desarrollar las actividades necesarias en la preparación de la superficie para la aplicación del recubrimiento, garantizando una superficie sin incrustaciones marinas apta para la aplicación.
<b>ALCANCE</b>	Inicia desde la recepción del bien del cliente hasta el término de los trabajos contemplados dentro de los servicios que se han pactado con este, incluyendo las pruebas finales y la entrega del servicio al cliente.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Es el proceso mediante el cual se efectúa el rasqueteo, lavado a presión y <i>sandblasting</i> , con el propósito de alistar y limpiar la superficie para la aplicación de recubrimientos.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

**Figura 21.** Caracterización Proceso Preparación de Superficies

PROVEEDORES	ENTRADAS	SUBPROCESOS	SALIDAS
Jefe del Departamento de Producción.  Gerente de Proyectos.  Jefe del Departamento de Abastecimientos.  Dirección de Talento Humano.  Jefe de la División de Costos.	Bien del Cliente.  Materiales.  Mano de Obra.  N°. de Orden de Trabajo (O.T.).  Cronograma Inicial.  Programación Integral de la Producción.  Información.	Rasqueteo.  Lavado a presión  Sandblasting	Casco libre de pintura, pinturas mal adheridas (dependiendo del grado de preparación) y oxido.  Plan de calidad del proyecto.  Registro diario de producción.  Certificado de pruebas realizadas (Solo si el cliente lo requiere)

CLIENTES	RESPONSABLES	PARTICIPANTES	IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE
Gerente de Proyectos, R5A. Entrega del Servicio.	Jefe Departamento de Producción.  Jefe de división Pinturas y recubrimientos.	Jefe de Oficina de Programación y Control de la Producción.  Jefe División de Varadero.  Jefe División de Pinturas y recubrimientos.  Jefe de División de Mantenimiento.  Supervisores.	D1. Planificación control y mejora.  R3A. Proyecto de servicios.  A1. Talento Humano. A2. Abastecimientos.  A4. Consultaría en Ingeniería.

INDICADORES DE GESTION	SEGUIMIENTO	REQUISITOS ISO 9001:2000
Cumplimiento Real del Proyecto (C.R.P). $CRP = ((\text{Tiempo de ejecución} - \text{Tiempo estimado}) / \text{Tiempo Estimado}) * 100$  Utilización de arena = $\text{Arena utilizada} / \text{Arena suministrada} * 100$  Calidad Intrínseca (C.I.) CI = Calificación de la encuesta de satisfacción del cliente.	Reuniones de Proyectos Diarias.  Control de los Indicadores de los procesos que intervienen.	4.2.3, 4.2.4.  6.3, 6.4.  7.5.1, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5.  8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.4, 8.5.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

## b) Proceso de Aplicación de Recubrimientos

**Tabla 16.** Identificación Proceso Aplicación de Recubrimientos

<b>OBJETIVO</b>	Desarrollar las actividades necesarias en la aplicación de recubrimientos, para brindar protección a las estructuras a través de recubrimientos con el fin de prevenir la corrosión y pintar las marcas que sirven de identificación al buque (línea de biselado, marca plimsoll, numero de calado, nombre del puerto de registro) con la optimización de los recursos, especificaciones técnicas y de calidad previstas.
<b>ALCANCE</b>	Inicia una vez finalizado el subproceso de sandblasting hasta el término de los trabajos contemplados para la entrega del producto al cliente.
<b>DESCRIPCIÓN</b>	Es el proceso mediante el cual se realizan las actividades necesarias para la aplicación de recubrimientos con el fin de brindar a la estructura protección a través de recubrimientos para prevenir la corrosión.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

**Figura 22.** Caracterización Proceso aplicación de recubrimientos

PROVEEDORES	ENTRADAS	SUBPROCESOS	SALIDAS
Gerencia de proyectos.  Gerente de Proyectos. R4A. Proyecto de reparación.  Jefe del Departamento de Producción. G3. Gestión de Producción.  Jefe del departamento de Abastecimientos.  Dirección de Talento Humano.	Materiales.  Mano de Obra.  Programa de Calidad Projectado.  Programa Integral de Producción.  Instructivos de Trabajo.	Aplicación de esquema de pintura  Aplicación de otras pinturas	Producto Terminado (Buque con esquema de pinturas)  Plan de Calidad del Proyecto.  Registro diario de producción.  Certificado de pruebas realizadas (Solo si el cliente lo requiere).
CLIENTES	RESPONSABLES	PARTICIPANTES	IDENTIFICACIÓN DE PROCESOS DE APOYO
Director de Planta, D1. Planificación, Control y mejora.  Gerente de Proyectos, R5B. Entrega del Producto.	Jefe Departamento de Producción.  Jefe de división de pinturas y recubrimientos	Jefe de la división de Pinturas y recubrimientos.  Jefe de División de Mantenimiento.  A7. Inspección y Ensayos.  A8. Metrología.	D1. Planificación control y mejora.  R4A. Proyecto de Reparación.  A1. Talento Humano. A2. Abastecimientos.  A4. Consultoría en Ingeniería.  A5. Mantenimiento.  A7. Inspección y Ensayos.  A8. Metrología.
INDICADORES DE GESTION		SEGUIMIENTO	REQUISITOS ISO 9001:2000
Cumplimiento Real del Proyecto (C.R.P). $CRP = ((\text{Tiempo de ejecución} - \text{Tiempo estimado}) / \text{Tiempo Estimado}) * 100$  Utilización de pintura = $\text{Galones Utilizados} / \text{Galones estimados} * 100$  Calidad Intrínseca (C.I.) CI = Calificación de la encuesta de satisfacción del cliente.		Reuniones de Proyectos Diarias.  Control de los Indicadores de los procesos que intervienen.	4.2.3, 4.2.4.  6.3, 6.4.  7.5.1, 7.5.3, 7.5.4, 7.5.5.  8.2.3, 8.2.4, 8.3, 8.4, 8.5.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

## 2.4.2 Fase 2: Identificación de Productos y Servicios por proceso

En esta fase se tendrán en cuenta las salidas descritas en la caracterización de procesos anteriormente realizada y se identificarán los productos y servicios existentes en las áreas objeto de estudio, así como las pruebas realizadas a cada salida con el fin de verificar si cumplen o no con las normas de calidad establecidas y en caso que exista un reproceso o una no conformidad, tener conocimiento de los pasos a seguir.

### ➤ División de Materiales Compuestos

**Tabla 17.** Identificación del Proceso de Reparación y Mantenimiento

<p><b>PROCESO: REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO</b></p> <p>En la ejecución de procesos de reparación y mantenimiento que se desarrollan en la división de Materiales Compuestos, se dan las siguientes salidas:</p> <p>Servicio terminado para entrega al cliente.</p> <p>Plan de Calidad del Proyecto.</p> <p>Certificado de pruebas realizadas.</p> <p>En los casos donde la división de Materiales Compuestos realiza la reparación como labor de apoyo a otras divisiones del Departamento de Producción, no se diligencia el Plan de calidad del proyecto. En otros casos donde se realizan reparaciones, solo se diligencia el Plan de Calidad (en caso que lo requiere el gerente de proyecto).</p> <p><b>PRUEBAS:</b> Básicamente se realiza una observación del acabado, en donde una vez terminado el proyecto, el jefe y el supervisor de la división de Materiales Compuestos realizan una inspección visual y dan el visto bueno de la apariencia superficial, con el fin de asegurar la calidad establecida en el requerimiento técnico de la orden de trabajo.</p>
---

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

**Tabla 18.** Identificación del Proceso de Construcción de piezas

<p><b>PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE PIEZAS</b></p> <p>En los procesos de construcción de piezas en Materiales Compuestos se deben dar las siguientes salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Producto Terminado (Pieza o embarcación hasta de 20 m de eslora).</li><li>➤ Plan de Calidad del Proyecto.</li><li>➤ Certificado de pruebas realizadas (Solo si el cliente lo requiere).</li></ul> <p>Para garantizar el cumplimiento de los requisitos de diseño y calidad, se diligencia el Plan de Calidad de cada uno de los proyectos de construcción, donde se registran los controles de especificaciones realizados a las variables de los productos (cera de desmoldeo, <i>gelcoat</i>, laminación de contacto y de refuerzo), especificaciones de las variables evaluadas en cada uno de los subprocesos (manos requeridas de encerado de molde o modelo-molde, cantidad en gramos aplicados de resina y/o <i>gelcoat</i>, verificación de burbujas en la laminación de capa de contacto y de refuerzo, pegado en el montaje de estructuras), datos tomados de las especificaciones técnicas de la orden de trabajo.</p> <p>Adicional a esto, se diligencia la acción a tomar en caso de no conformidad, por ejemplo, en el caso del encerado del molde o de la aplicación del <i>gelcoat</i> se debe repetir la aplicación de la cera o del <i>gelcoat</i> respectivamente; en el caso de no conformidad en la laminación de capa de contacto se deben eliminar las burbujas existentes; en la laminación de refuerzo se debe corregir la secuencia de laminación; en el caso de inconformidad con el acabado se debe volver a pulir y brillar.</p> <p><b>PRUEBAS:</b> Al momento de desmoldar la pieza se debe medir la dureza de laminado, especificada en el procedimiento y que usualmente debe ser mayor a 40 DB (Dureza Barcol), pero puede ser mayor si el cliente lo requiere.</p> <p>Una vez terminada la pieza, el jefe y el supervisor de la división de Materiales Compuestos realizan una inspección visual y dan el visto bueno al acabado superficial para la entrega de la misma al gerente del proyecto.</p> <p>Cuando la orden de trabajo requiera en sus especificaciones técnicas, se hacen las pruebas correspondientes y en caso de embarcaciones completas, se cumplirán las pruebas de materiales compuestos estipuladas en el contrato, las cuales pueden ser:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Tracción en laminado de piezas.</li><li>➤ Flexión en laminado de piezas.</li><li>➤ Contenido de constituyentes, donde se verifican los porcentajes de mezcla de componentes, según lo determinado por el diseñador de la pieza.</li></ul>
--

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

**Tabla 19.** Identificación del Proceso de Construcción de moldes

<p><b>PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE MOLDES</b></p> <p>En el proceso de construcción de moldes se deben obtener las siguientes salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Producto Terminado (molde).</li><li>➤ Plan de Calidad del Proyecto.</li></ul> <p>La parte documental que sale de este proceso es el Plan de Calidad en el cual se evalúan las variables relacionadas con los productos (<i>gelcoat</i>, refuerzo, Dureza Barcol), las variables relacionadas con los subprocessos que lo conforman (manos de cera requeridas, cantidad en gramos de <i>gelcoat</i> aplicada, aparición de burbujas en laminación), en el caso de la construcción de piezas.</p> <p>En el plan de calidad se encuentran también las acciones preventivas o correctivas en caso de no conformidad, por ejemplo en la aplicación del <i>gelcoat</i> para molde, se debe reaplicar; en el caso de inconformidad en la laminación de la capa de contacto, se deben eliminar las burbujas existentes y en el montaje de estructuras y el desmoldeo de modelo, se debe dejar endurecer hasta más de 40 DB (Dureza Barcol).</p> <p><b>PRUEBAS:</b> Básicamente se realiza una observación del acabado al momento de dar por terminado el molde, donde el jefe y el supervisor de la división de Materiales Compuestos realizan una inspección y dan el visto bueno al acabado en su apariencia superficial, con el fin de asegurar la calidad requerida en las especificaciones técnicas de la orden de trabajo.</p>
--

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

**Tabla 20.** Identificación del Proceso de Construcción de modelos

<p><b>PROCESO: CONSTRUCCIÓN DE MODELOS</b></p> <p>En el proceso de construcción de modelos se obtienen las siguientes salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Producto Terminado (modelo).</li><li>➤ Plan de Calidad del Proyecto.</li><li>➤ Certificado de pruebas realizadas</li></ul> <p>Los registros obtenidos en las salidas del proceso de construcción de modelos son los siguientes:</p> <p>El plan de calidad en el que se determina el procedimiento a seguir, se evalúa la variable “calidad superficial” relacionada con el producto y las variables (nivelación y alineación de bases, lijado de masillas y lijado de <i>gelcoat</i> base y <i>gelcoat</i> de acabado), relacionadas con los subprocesos.</p> <p>Las acciones preventivas en caso de no conformidad son: nivelar o realinear en el caso que la inconformidad se presente en la instalación de bases del modelo; en el caso de no conformidad en el montaje de estructura y en los casos de lijado o pulido, se debe lijar o brillar la superficie hasta que cumpla los requerimientos.</p> <p><b>PRUEBAS:</b> A los modelos se les realiza una comprobación de precisión dimensional y una observación del acabado superficial una vez terminado el modelo, donde el jefe y el supervisor de la división de Materiales Compuestos realizan una inspección y dan el visto bueno al acabado en su apariencia superficial y una verificación de las dimensiones del modelo, con el fin de asegurar la calidad requerida en las especificaciones técnicas de la orden de trabajo.</p>
--

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

## ➤ DIVISION DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS

**Tabla 21.** Identificación del Proceso de Preparación de superficies

<p><b>PROCESO: PREPARACION DE SUPERFICIES.</b></p> <p>El proceso de preparación de superficie se puede ejecutar con uno o varios métodos combinados según lo requiera el cliente. Los métodos o subprocesos que se desarrollan en esta división son: rasqueteo, lavado a presión y <i>sandblasting</i> actividades que generan las siguientes salidas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Casco libre de óxido y pintura mal adherida.</li><li>➤ Plan de Calidad del Proyecto.</li><li>➤ Registro diario de producción.</li><li>➤ Certificado de pruebas realizadas.</li></ul> <p>El registro diario de producción y certificado de pruebas realizadas, obtenidos con la ejecución de este proceso, muestra la siguiente información:</p> <p>El plan de calidad es el registro mediante el cual se documenta el método o proceso realizado, el responsable del proceso, el subproceso o variable utilizada, las especificaciones, acciones a tomar en caso de una no conformidad.</p> <p>El registro diario de producción, donde se hace el seguimiento una vez iniciada la actividad, quien la ejecutó, y el resultado de la misma, además se registran las inspecciones realizadas a cada actividad o subproceso ejecutado, permitiendo que la superficie esté en condiciones aptas para la aplicación de recubrimientos y las acciones correctivas necesarias para solucionar los inconvenientes que puedan presentarse.</p> <p><b>PRUEBAS:</b> Dentro de estas pruebas realizadas en el proceso de preparación de superficies encontramos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Rasqueteo: A este proceso solo se le realiza inspección Visual.</li><li>➤ Lavado a presión: Antes de iniciar el proceso de lavado se debe verificar que la presión de salida de la boquilla de la máquina de lavado sea 3.200 psi por medio de un manómetro. En caso de no cumplir con esta especificación, se procede a eliminar las fugas y a establecer la presión requerida.</li><li>➤ Sandblasting: Antes de realizar el proceso de sandblasting, el supervisor recibe y revisa el certificado de granulometría entregado por el almacén y lo archiva en la carpeta del proyecto si cumple con las siguientes especificaciones: Malla 14 – 30 mínimo en un 70%, ausencia de sales y arcillas, en caso de que no se cumpla se debe cambiar el abrasivo hasta obtener el requerido.</li></ul> <p>Finalizado el sandblasting se realiza la determinación de perfil de anclaje; como primera medida se hace la calibración del equipo, se ubica la aguja en la superficie que va a ser medida (el valor es indicado en escala de micrones o mils) y se registra en el formato F-DEPRO-01-03 Registro Diario de Producción. Igualmente la determinación puede hacerse a través del disco comparador de perfiles y también se reporta en el mismo registro, si el resultado arrojado no está dentro de los parámetros de 1.5 a 3.0 mils, se procede a cambiar el abrasivo y realizar nuevamente el <i>sandblasting</i>.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Posteriormente, el supervisor debe verificar que la superficie no contenga sales. Para esto realiza una prueba de detección de contaminantes solubles y se emite un Reporte de Inspección F-DIRCAL-05-02. Esta prueba se realiza colocando un papel filtro en la superficie del casco y se le debe aplicar una solución indicadora de sales solubles de manera que si este cambia de color a un tono azul indica la presencia de sales, en caso de presentarse una no conformidad se debe realizar nuevamente el lavado y arenado hasta conseguir el grado de limpieza requerido para la aplicación de recubrimientos.</li></ul>
---

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

**Tabla 22.** Identificación del Proceso de Aplicación de Recubrimientos

**PROCESO: APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS.**

Este proceso inicia después de la verificación de sales solubles realizada en la preparación de superficies y termina cuando se realiza la calibración de espesores.

Una vez verificado el perfil de anclaje, la aplicación de esquema de Pinturas se realiza en el siguiente orden: aplicación del anticorrosivo (*antifouling*), capa intermedia y acabado.

Así como el proceso de preparación de superficies, el proceso de aplicación de recubrimientos arroja las siguientes salidas:

- Casco cubierto con esquema de pinturas.
- Plan de Calidad del Proyecto.
- Registro diario de producción.
- Certificado de pruebas realizadas.

**PRUEBAS:** Una vez se tengan las condiciones aptas para la aplicación de recubrimientos se aplica el *primer*, una vez finalizada esta aplicación se controlan los espesores del recubrimiento, registrándolo en la planilla diaria de producción y en caso de una no conformidad se ajusta la boquilla y la presión hasta ajustar el espesor deseado.

Luego de aplicar el *primer* se procede a hacer la prueba de adherencia, la cual consiste en un test de cintas, que se realiza siguiendo la instrucción técnica ICONTEC NTC 811 pinturas – método de ensayo para medir la adhesión de un recubrimiento y se registra en el F-DIRCAL-05-02 Reporte de Inspección.

Se escogen 5 puntos aleatoriamente y se verifica que la cuadrícula este en perfecta adherencia. Todo esto se registra en el reporte de inspección, en caso de una no conformidad se le presenta un reporte de inspección al gerente de proyectos y se recomienda una limpieza del área con pintura mal adherida y se siguen los mismos pasos con todos los recubrimientos.

Se debe efectuar una verificación del espesor de película húmeda (F-DEPRO-01-03), con el objetivo de garantizar que el espesor de película seca sea el requerido. Este proceso de medición se realiza con una lámina que contiene los espesores en mils y en micrones llamada galga; esta prueba se le debe realizar a cada una de la capas.

Al esquema final se le realiza prueba de calibración de espesores que consiste en la verificación de la capa de pintura aplicada en la embarcación, realizado con un medidor de espesor de película seca (F-DEPRO-70-03), el cual se ubica en la superficie de la lámina a la que se le aplica el recubrimiento que a su vez marca un valor el cual indica el espesor del recubrimiento. Posteriormente se saca un promedio del número de muestras para determinar si es el adecuado, para finalizar el proceso de calibración de espesores en las partes en que se muestra un valor bastante bajo se le vuelve a aplicar una capa de pintura para corregir el esquema.

Se debe tener claro qué tipo de esquema de pintura se le va a aplicar y quién la va a suministrar. En caso que la suministre COTECMAR y sea un esquema homologado por la corporación el esquema se le garantiza en caso que ocurra un desprendimiento de la pintura o algún tipo de imperfección en el casco del buque, en caso que el cliente suministre sus propias pinturas entonces no se garantiza; cabe aclarar que los esquemas no se garantizan si no se realiza *sandblasting* comercial como mínimo y además se debe aplicar el esquema de pintura sugerido por COTECMAR.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

### **2.4.3. Identificación De Variables Del Producto O Servicios Por Proceso**

En esta etapa se analizan variables tales como el tiempo, costo y calidad en la ejecución de los procesos productivos en las divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas con el objetivo de establecer, mantener, mejorar los procesos productivos ejecutados en esta división y lograr el propósito de garantizar su desempeño ordenado y productivo.

Seguidamente se identificarán y verificarán los controles que se hacen a estas variables:

#### **➤ Variable Tiempo**

Para los proyectos de reparaciones y mantenimiento, antes de realizar cualquier estimativo de tiempo, un supervisor de la división hace un diagnóstico para verificar el estado inicial del buque; de esta manera genera un informe reportando las condiciones en las cuales se encuentra la embarcación, a su vez les ayuda al momento de dar un estimativo del tiempo necesario para realizar las actividades acordadas con el cliente.

Es por ello que, para poder llevar un control de esta variable, se tiene en cuenta el tiempo considerado por parte del jefe de división para cada actividad a realizar.

Cabe resaltar que antes de emitir una estimación de tiempo a CPCP por parte de la división, previamente la oficina de estimación de costo ha generado uno y al momento de hacer un análisis comparativo, se encuentran muchas inconsistencias en cuanto al tiempo estimado y el tiempo ejecutado por proceso productivo. Esto se presenta debido a que la oficina de estimación de costos no lleva un control o no sigue ningún procedimiento para determinar el tiempo estimado de las actividades ejecutadas, y no tiene en cuenta los datos suministrados por la división.

Para los proyectos de nuevas construcciones en las divisiones se da un tiempo estimado de la ejecución a OFPCP, para que se realicen los cronogramas y se programen las actividades de los procesos de acuerdo con el alcance que tenga.

A diferencia de los proyectos de reparación y mantenimiento, los proyectos de nuevas construcciones son estimados mediante consulta hecha por la división de estimación de costos al jefe de división.

En la división de Materiales Compuestos se realiza el control de la variable tiempo en cada uno de los procesos ejecutados, mediante el diligenciamiento de la “PLANILLA DIARIA DE PRODUCCIÓN y PROGRAMACIÓN DE PROYECTOS EN DESARROLLO” que es el registro donde se lleva el conteo de horas / hombre por cada uno de los procesos productivos en ejecución

Esta planilla diaria de producción contiene los datos de cargo y nombre del trabajador, número de la orden de trabajo, código de tarea o subproceso realizado y la cantidad de tiempo en horas consumidas para cada actividad por cada uno de los trabajadores.

Este documento es diligenciado por el supervisor de la división, quien lo ingresa a las planillas de diseño y desarrollo de informática en medio magnético para que en la oficina de Programación y Control de la Producción (OFPCP) liquiden el tiempo de los trabajadores.

La Programación de Proyectos en desarrollo es el documento donde se lleva a cabo un seguimiento de la información en lo referente al desarrollo y avance de las actividades o subprocesos de cada uno de los procesos productivos en ejecución por parte de la división.

Este tipo de documento contiene información sobre la identificación de la actividad, responsable de cumplir la actividad, división que ejecuta el proyecto, el número de la orden de trabajo, el nombre del proyecto / actividad, el avance en porcentaje, el tiempo de duración, la fecha de comienzo, la fecha de finalización; este formato es diligenciado por el Centro de Programación y Control de la Producción (CPCP), que a través de información suministrada semanalmente por el jefe de la división alimenta el progreso diario de las actividades.

Para la división de Pinturas en cuanto a la programación de proyectos en desarrollo

(cronograma de actividades), se concluye que esta división siempre cumple con lo establecido en dicho cronograma; en caso de no cumplirlo en el tiempo estimado, no se debe a problemas internos de la división sino por incumplimiento o retraso en las actividades realizadas en otras divisiones.

Por otra parte se tienen en cuenta las condiciones ambientales ya que las actividades realizadas en esta división están sujetas a dichas condiciones. En caso de no ser las mejores, se generan retrasos debido a que la aplicación de pinturas no se puede realizar a cualquier temperatura ni humedad y por ende se lleva un registro que justifique el no cumplimiento de la actividad en el tiempo estimado.

En caso de un no cumplimiento o retraso en alguna actividad en la división de pinturas por incumplimiento o retraso de otras, se reprograma el cronograma de actividades, se contrata personal y estos gastos los asume el proyecto y la división responsable del retraso; en caso que el contratista sea responsable del retraso, él asume la subcontratación y la empresa no corre con ningún gasto.

En esta división los tiempos de cada actividad dependen del tamaño del buque y de los requerimientos del cliente, lo que dificulta llevar un promedio de las horas ejecutadas para cada actividad en las diferentes embarcaciones.

#### ➤ **Variable Calidad**

En la división de Materiales Compuestos, el control de la variable se lleva mediante un seguimiento realizado en cada una de las etapas del proceso, desde la entrada de materiales (resinas y PRFV) a utilizar los cuales se adquieren con certificación de calidad por parte del proveedor y en algunas ocasiones se contrata externamente un examen de calidad a los materiales críticos que van a ser utilizados en los diversos proyectos.

Durante la ejecución de los proyectos se realiza un seguimiento y control a los procesos productivos diligenciando, por parte del supervisor y el jefe de la división, el documento PLAN DE CALIDAD, donde se especifica de forma clara y concisa la siguiente información:

- **ACTIVIDAD:** Se describen todos los subprocesos y/o tareas a realizar del proyecto asignado.
- **METODO:** Este hace referencia a los procedimientos a seguir en la ejecución de las actividades.
- **RESPONSABLE POR CUMPLIR:** Aquí se identifica el cargo al que se le asigna la responsabilidad de realizar las actividades.
- **CONTROLES:** Se describen las variables y especificaciones que se deben controlar para los productos y procesos.
- **REGISTRO:** En esta parte se menciona la documentación necesaria para dar información que evidencie la aplicación del sistema de gestión de calidad cuando aplique.
- **ACCIÓN EN CASO DE NO CONFORMIDAD:** Aquí se consignan las acciones correctivas a tomar por las inconformidades que se presenten.
- **Vo. Bo. RESPONSABLE:** Aprobación final sobre el cumplimiento de las actividades.
- **OBSERVACIONES:** Para realizar anotaciones no descritas en los anteriores ítems.

Otra forma de controlar la calidad de los procesos ejecutados en la división de Materiales Compuestos es mediante la utilización de herramientas calibradas y certificadas, siguiendo el plan maestro de mantenimiento a las maquinas y herramientas que lo requieran, diligenciando los formatos de planilla semanal y trimestral de mantenimiento y el registro de actividades de mantenimiento.

En las salidas se controla la calidad mediante la realización de las pruebas de DUREZA DE LAMINADO AL DESMOLDEAR en los procesos de construcción de piezas. Esta

prueba consiste en revisar el grado de dureza al momento de desmoldar con un Durómetro Barcol y verificar que mínimo mida 40DB.

En todos y cada uno de los procesos se realizan INSPECCIONES VISUALES DE LA SUPERFICIE por parte del supervisor y el jefe de división, de las piezas, moldes y modelos construidos así como en las reparaciones realizadas.

En la división de Pinturas, durante la ejecución de los proyectos se lleva control de calidad de sus procesos mediante una serie de pruebas de aseguramiento, cabe resaltar que el departamento de control de calidad no interviene en dicho control, también se realiza un seguimiento y control a los procesos productivos diligenciando, por parte del supervisor y el jefe de la división, el documento PLAN DE CALIDAD, donde se especifica de forma clara y concisa la siguiente información:

A continuación mencionaremos las pruebas comúnmente realizadas por la división:

- Primero que todo se le realiza al buque una inspección visual con el fin de verificar el estado inicial del buque, posteriormente se hace la medición de espesores siempre y cuando el supervisor del proyecto considere que la embarcación tiene muchas capas de pinturas en el casco lo cual genera un gasto mayor de materiales, horas maquina y horas hombre; lo anterior con el fin de elaborar un informe al gerente del proyecto haciéndole saber las condiciones en las que llego el buque.
- Antes del lavado, se realiza la verificación de la presión del agua a la salida de la boquilla de la manguera, esta debe ser de 3.200 psi.
- Antes del *Sandblasting*, se verifica que la presión del compresor sea de 110 psi y que en la salida de la boquilla sea de 80 psi debido a perdidas por fricción y accesorios.

- Antes de realizar la aplicación de recubrimientos se debe realizar la verificación de las condiciones ambientales, para determinar si se puede realizar o no esta actividad.

Antes de realizar cualquier actividad, se debe inspeccionar el material requerido, esto se controla mediante el registro “Recepción de material crítico”, donde se lleva un control estricto del material crítico usado en las actividades realizadas por esta división, entre los cuales se tienen: la arena con la que realizan el *sandblasting*, debe estar respaldada por un certificado de granulometría y se debe anexar a la carpeta del proyecto que se está realizando, igualmente sucede con la pintura que se utiliza para la aplicación de recubrimientos, las cuales deben cumplir con la homologación autorizada en COTECMAR.

Todos los procesos productivos realizados en la división de pinturas van respaldados por una orden de trabajo, donde se encuentran registradas las capas de pintura que se van a aplicar; el instructivo de trabajo contiene los parámetros específicos de los trabajos a ejecutar; el esquema de pintura utilizado lo suministra el cliente.

Por otra parte, cada supervisor lleva una minuta personal donde se anotan todos los detalles de cada proceso en cada proyecto, esto con el fin de llevar un control de todo lo que se realiza durante el día, en que condiciones se realizan y en caso de algún reclamo o no conformidad esto les ayuda a tener una idea de dónde o cual fue el error.

Al finalizar cada proceso se realizan pruebas en las salidas, para poder garantizar que el proceso se realizó correctamente, en algunos casos estas pruebas o inspecciones se realizan de manera visual y en otros casos si se debe seguir un procedimiento de verificación.

En caso de un reclamo de garantía, el supervisor encargado realiza una inspección visual documentada de registros fotográficos de cada una de las fallas para así proceder a hacer la respectiva reparación, igualmente se hace esta inspección al finalizar los trabajos para garantizar que si se realizaron correctamente.

Por último para el caso de la aplicación de recubrimientos siempre se lleva un registro de control de la calidad de los recubrimientos para garantizarle al cliente que el proceso realizado cumple con las especificaciones de calidad según normas, esto se realiza luego de finalizar el proceso de aplicación de recubrimientos.

### ➤ **Variable Costos**

Para poder identificar cada uno de los costos de las áreas objeto de estudio, se tienen en cuenta las siguientes variables:

- Materia Prima
- Maquinaria
- Mano de Obra

Teniendo en cuenta estas tres variables se procede a hacer una estimación de costos de acuerdo al tipo de proyecto a ejecutar. El armador o *surveyor* del buque determina que trabajos se van a realizar; una vez obtenida la aprobación del *surveyor* o armador, el supervisor esta en condiciones de dar un estimativo de tiempo y costos, y saber que materia prima, maquinaria y mano de obra se va a utilizar.

En cuanto a los estimativos enviados por la oficina de estimación de costos aunque deberían ser usados para planificar mejor la materia prima, maquinaria y mano de obra, esto no es posible ya que nunca llegan en el momento adecuado. Estos estimativos solo se utilizan para llevar unos indicadores de productividad que tampoco son muy exactos ya que estimación de costos como se dijo anteriormente no lleva un control para estimar estas variables.

Los estimativos de costos son diligenciados por un estimador de costos de la Corporación, quien le suministra el documento al gerente de proyecto, que después entrega en la oficina de Programación y Control de la Producción copia de la cotización inicial de los trabajos autorizados para el desarrollo del proyecto, junto con los estimativos de cada uno de los ítem de la cotización y el número de órdenes de trabajo asignados por la división de costos.

En el documento diligenciado se estiman para la Mano de Obra y Equipos, el número de horas necesarias para desarrollar el proyecto, la cantidad de trabajadores y se debería estimar la cantidad y el número de horas de equipos a utilizar respectivamente, el valor de la hora y el total en pesos (\$) estimados.

Para la materia prima, materiales e insumos se estima: la unidad de medida, la cantidad a utilizar, el valor por unidad y el valor total estimado.

Una vez ejecutado el proyecto, una persona encargada en la OFPCP diligencia las casillas de la cantidad ejecutada, horas ejecutadas y el valor real de la ejecución del proyecto, con datos suministrados por el supervisor y/o jefe de las divisiones, esto para efectos de calcular la diferencia entre lo estimado y lo ejecutado, dato útil para futuras estimaciones.

La división de Materiales Compuestos usualmente no subcontrata servicios, a menos que sea para practicar pruebas requeridas por el cliente, y en esos casos es el cliente quien debe asumir los costos de los servicios subcontratados o en ocasiones donde el volumen de trabajo sea muy alto y la dirección de la planta autorice y ordene que no se descuiden los otros proyectos que se encuentren en ejecución, en ese caso los costos los asume el proyecto.

En cuanto al control de la variable costos para la división de pinturas y recubrimientos, de acuerdo a datos históricos se logró sacar un promedio de las variables materia prima, mano de obra y maquinaria y la información es la siguiente:

- Para el proceso de lavado se determinó que por hora se lavan 89m<sup>2</sup> por boquilla y se requieren de 3 personas por cada máquina.
- Para el proceso de *sandblasting*, se debe tener en cuenta que para cada tipo de *sandblasting* los metros por hora sandblasteados varían, cabe resaltar que la información dada a continuación son datos aproximados:

- **Sandblasting Comercial:** 10 m<sup>2</sup> / hora / boquilla, ç
- **Brush off:** 25 m<sup>2</sup> / hora / boquilla.
- **Casi blanco:** 7 m<sup>2</sup> / hora / boquilla.
- **Blanco:** 5 m<sup>2</sup> / hora / boquilla.

**Nota:** Para el proceso de *sandblasting*, en cuanto a materia prima, se utilizan 2 bultos por cada m<sup>2</sup>, cada bulto tiene un peso de 25 kg y para mano de obra se requiere de 1 tolvero, 1 sandblastero y dos ayudantes por boquilla. El tolvero es uno solo en dado caso que se utilicen muchas boquillas.

- Para el proceso de pintura se pintan 146 m<sup>2</sup> / hora / pistola y se requieren de 3 personas (1 pintor, 1 ayudante y operador de la máquina).

En esta división se maneja para los operarios pago por producción, es decir, no se paga por hora trabajada sino por m<sup>2</sup> basándose en tarifas determinadas por contratistas, estas tarifas varían dependiendo del grado de dificultad del trabajo.

#### **2.4.4 Fase 4: Identificación De Variables Del Proceso**

En esta fase se tendrán en cuenta las salidas descritas en la caracterización de procesos anteriormente realizada y se identificarán los productos y servicios existentes en las áreas objeto de estudio, así como las pruebas realizadas a cada salida con el fin de verificar si cumplen o no con las normas de calidad establecidas y en caso que exista un reproceso o una no conformidad, tener conocimiento de los pasos a seguir.

##### **2.4.4.1 Variable Maquinaria y Equipo**

El conjunto de maquinaria y equipos existentes en las divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas, es importante en la ejecución de los procesos productivos que se desarrollan en la división, ya que su buen estado y funcionamiento óptimo permite llevar a cabo la ejecución de los proyectos, dentro de los parámetros de tiempo, calidad y costos estipulados.

Por esta razón se realizará una identificación de cada una de la maquinaria y equipos existentes en el taller, se verificará su estado y capacidad operativa; se identificará, cuantificará y determinará el nivel de importancia de cada uno de los equipos participantes en los procesos productivos; se verificará el proceso de mantenimiento, si están siendo operados por personal idóneo y si la capacidad existente es la necesaria para suplir la demanda de los procesos.

### **A). Maquinaria y Equipo de la División de Materiales Compuestos:**

La división de Materiales Compuestos cuenta con la maquinaria que se muestra en la Tabla 23

**Tabla 23.** Maquinaria de la División de Materiales Compuestos

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE DE LA MAQUINA</b>
01	MAQUINA DE ASPERSIÓN
01	HERRAMIENTA ROBOTICA DE CORTE
01	COMPRESOR DE ALTA PRESIÓN
02	POLIPASTO CON DIFERENCIAL ELÉCTRICO
01	SIERRA ELECTRICA DE BANCO
01	SIERRA ELECTRICA SIN FIN
01	CANTEADORA
01	COLECTOR DE POLVO
01	BOMBA DE VACÍO

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

- **Maquina de aspersion:** La máquina de aspersion existente en esta división es un equipo que consta de dos bombas neumáticas que succionan por medio de dos bastones de aluminio, inmersos en canecas, resina y gelcoat respectivamente. Posee otra bomba de menor tamaño y presión para impulsar el catalizador a usar. Estos productos (catalizadores, resinas y gelcoat), y aire a presión son suministrados por medio de mangueras a la pistola aspersora la cual los aplica mezclándolos en el aire.

Se utiliza para la aplicación de resinas o gelcoat en la ejecución de procedimientos de laminado de piezas, aplicación de fibra de vidrio en presentación de *roving* continuo, mediante el acoplamiento de un motor neumático que posee unas cuchillas, las cuales cortan el hilo de roving continuo y lo suministra a la aspersora para su aplicación en conjunto con la resina o el gelcoat que se desee utilizar.

A continuación en la figura 23 se mostrara una imagen de la Maquina de Aspersión:

**Figura 23. Maquina de Aspersión**



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

Las especificaciones técnicas de la máquina de aspersión son las que se muestran en la Tabla 24.

**Tabla 24. Especificaciones técnicas de la Maquina de aspersión**

<b>FABRICANTE:</b>	MAGNUM INDUSTRIES.
<b>MARCA:</b>	MAGNUM VENUS PRODUCT.
<b>MODELO:</b>	ATC. GUN.
<b>SERIE:</b>	112.
<b>PRESIÓN MINIMA DE AIRE:</b>	100 Psi.
<b>PRESIÓN PARA BOMBA DE RESINAS:</b>	30 - 50 Psi.
<b>PRESIÓN PARA BOMBA DE GELCOAT:</b>	30 - 50 Psi.
<b>PRESIÓN PARA AIRE CATALIZADO:</b>	15 - 25 Psi.
<b>CAUDAL DE SIST. DE RESINAS:</b>	15 - 20 CFM.
<b>CAUDAL DE SIST. DE GELCOAT:</b>	15 - 20 CFM.
<b>CAUDAL DE AIRE CATALIZADO:</b>	7.5 - 10 CFM.
<b>MODELO DE MOTOR CORTADOR:</b>	RC-1101-1.
<b>CAUDAL MINIMO MOTOR DE CORTE:</b>	20-30 CFM.
<b>VOLTAJE:</b>	220 V.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

El estado actual de la maquina aspersora es óptimo, es decir su funcionamiento se da en total conformidad con relación a las especificaciones técnicas del fabricante, sus

instrumentos de medición (manómetros) se encuentran en perfecto estado, al igual que el motor cortador de fibra de vidrio (PRFV) y las bombas encargadas de impulsar las resinas, catalizadores y gelcoat, a la pistola aspersora.

Este equipó encontrado en condiciones operativas es manipulado por uno de los operarios laminadores y el supervisor de la división, quienes cuentan con los conocimientos necesarios para su utilización debido a que fueron capacitados por la empresa que fabricó y vendió la maquina. Además el supervisor de la división tiene una basta experiencia en la utilización de estos equipos en procedimientos de laminación.

➤ **Herramienta robótica de corte:** Este equipo es una herramienta de corte con sistema de control numérico, la cual consta de tres motores eléctricos de dos fases que permiten el desplazamiento de una fresa en tres dimensiones (eje X, eje Y, eje Z), controlados por una torre con una tarjeta de circuitos que se encuentra conectada a un computador por medio de una interfase de entrada y salida. Además posee un motor principal de velocidad variable que genera 3.25 HP y hace girar la fresa dentro de un rango de 10.000 – 21.000 rpm para realizar el corte.

Con esta máquina se pueden cortar materiales como madera, espumas, plástico y aluminio, con un espesor de hasta 6”, utilizando el tipo de fresa correspondiente al material que se desea cortar.

Es utilizada en la división de materiales compuestos específicamente para cortar modelos de piezas a construir, con la limitante de las dimensiones máximas de corte, utiliza un software llamado WHOA (Works Happily On Anything) y que trabaja con Win95/98 o con un sistema operativo DOS.

El software WHOA, incluye un convertidor .dxf, el cual realiza la conversión de archivos tales como TurboCAD, DesingCAD, AutoCAD, Corel Draw. También incluye convertidores de HPGL, G-code y TIFF, con los cuales se le suministra el programa de corte. A continuación en la figura 24 se mostrara una imagen de la maquina de corte.

**Figura 24. Maquina de Corte**



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

Las especificaciones técnicas de la maquina de corte son las que se presentan en la Tabla 25.

**Tabla 25. Especificaciones técnicas de la maquina de corte**

<b>FABRICANTE</b>	SHOPBOT TOOLS IND.
<b>MARCA:</b>	SHOP BOT.
<b>MODELO:</b>	PRT96.
<b>SERIE:</b>	0799YB.
<b>DIMENSIONES DE CORTE:</b>	96" x 48" x 6".
<b>HERRAMIENTA DE CORTE:</b>	FRESAS.
<b>SERIE / MODELO MOTOR PRINCIPAL:</b>	102755 A1094 / 75182.
<b>POTENCIA DEL MOTOR PRINCIPAL:</b>	3.25 HP.
<b>VELOCIDAD MOTOR PRINCIPAL:</b>	10000 rpm. – 21000 rpm.
<b>VOLTAJE MOTOR PRINCIPAL:</b>	120 V.
<b>INTENSIDAD MOTOR PRINCIPAL:</b>	15 A, AC.
<b>SERIE / MODELO MOTORES 2, 3 y 4:</b>	A6497 / 9412KTG.
<b>VOLTAJE MOTORES 2, 3, y 4:</b>	120 V.
<b>INTENSIDAD MOTORES 2, 3 y 4:</b>	1 A, DC.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

Actualmente la Maquina de Corte CNC, se encuentra en regular estado y presenta un aceptable nivel operación, esto se debe a que a pesar de que sus cuatro (4) motores se encuentran en buen estado con relación a sus especificaciones técnicas, el equipo presenta una falla de comunicación entre la máquina y el software que realiza el corte, la cual desencadena ciertos problemas de secuencia de tiempo, es decir al ejecutarse el programa de corte no concuerdan el punto de inicio con el punto de finalización.

Este equipo es maniobrado por el jefe de la división, debido a que es la persona que

cuenta con la capacitación requerida para su utilización.

- **Compresor de alta presión:** El compresor con que cuenta la División de Materiales Compuestos esta constituido por un motor eléctrico que genera 15 Hp y hasta 1770 rpm, y un tanque con capacidad volumétrica de 120 galones.

Es el equipo que presenta un mayor nivel de criticidad en todos los procesos productivos de la división, debido a que es utilizado en todos los proyectos desarrollados en esta. Básicamente se utiliza para suministrarle aire a las maquinas y herramientas neumáticas que así lo requieran, este compresor se tiene cargado siempre con una presión de 110 Psi. A continuación en la figura 25 se mostrara una imagen del compresor de alta tensión.

**Figura 25.** Compresor de alta tensión



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

Las especificaciones técnicas del compresor de alta tensión son las que se presentan en la Tabla 26.

**Tabla 26.** Especificaciones técnicas del compresor de alta tensión

<b>FABRICANTE:</b>	INGER SOLL RAND COMPANY.
<b>MARCA:</b>	INGER SOLL RAND.
<b>MODELO:</b>	7100 E15.
<b>SERIE:</b>	0201180171.
<b>VOLTAJE:</b>	230V / 460V.
<b>INTENSIDAD:</b>	20 A / 41 A.
<b>ACEITE:</b>	XL – 740HT.
<b>PRESIÓN MAXIMA DE AIRE:</b>	175 PSIG.
<b>CAUDAL MAXIMO DE AIRE:</b>	50 CFM.
<b>VELOCIDAD DEL MOTOR:</b>	1480 rpm. – 1771 rpm.
<b>FASES DEL MOTOR:</b>	3.
<b>CAPACIDAD DE TANQUE:</b>	120 Galones.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

El compresor IngerSoll Rand modelo 7100 E15, utilizado en la división de Materiales Compuestos se encuentra en perfecto estado y en optimas condiciones de operación. Actualmente se encuentra en funcionamiento prestando el servicio requerido bajo las mismas especificaciones técnicas de fabricación.

No necesita ser operado por ninguna persona ya que posee un sistema automático de encendido / apagado. Se mantiene operando siempre con una presión de salida de aire de 110 Psi, A pesar de que se puede utilizar generando aire con una presión de salida de solo 40 Psi, de acuerdo con la maquina o herramienta que sé este utilizando.

- **Polipasto con diferencial eléctrico de cadena:** Existen en la división de Materiales Compuestos, dos Polipastos con diferenciales eléctricos de cadena marca YALE, que tienen capacidad de carga de 2 Tn. cada uno los cuales permiten elevar y desplazar piezas, moldes y modelos de gran tamaño y/o peso, para realizarles procedimientos relacionados con la ejecución de los procesos productivos ejecutados en la División.

Se desplaza horizontalmente, por medio de una viga de 4m. de longitud, mediante unos rodamientos movidos por un sistema mecánico de piñones impulsados por una cadena manipulada por un operario. Los desplazamientos verticales los realiza mediante un motor eléctrico de velocidad constante el cual es manipulado por un operario por medio de un mando eléctrico.

Toda esta estructura de viga y diferencial se encuentra montada sobre un eje vertical, que permite realizar a la estructura un giro de 180°. A continuación en la figura 26 se mostrara una figura del polipasto con diferencial eléctrico de cadena.

**Figura 26. Polipasto con diferencial eléctrico de cadena**



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L)

Las especificaciones técnicas del polipasto son las que se presentan en la Tabla 27.

**Tabla 27.** Especificaciones técnicas del polipasto con diferenciador

<b>UNIDADES:</b>	2.
<b>FABRICANTE:</b>	YALE.
<b>MARCA:</b>	YALE.
<b>MODELO:</b>	JL - 675 - 5.
<b>SERIE:</b>	YEL.
<b>VOLTAJE:</b>	230 V - 460 V.
<b>CAPACIDAD DE DEZPLAZAMIENTO:</b>	4 metros.
<b>CAPACIDAD DE GIRO:</b>	180°.
<b>ALTURA DE ELEVACIÓN:</b>	5 metros.
<b>VELOCIDAD DE IZADA:</b>	0.049 m/s.
<b>POTENCIA DEL MOTOR:</b>	1 HP.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

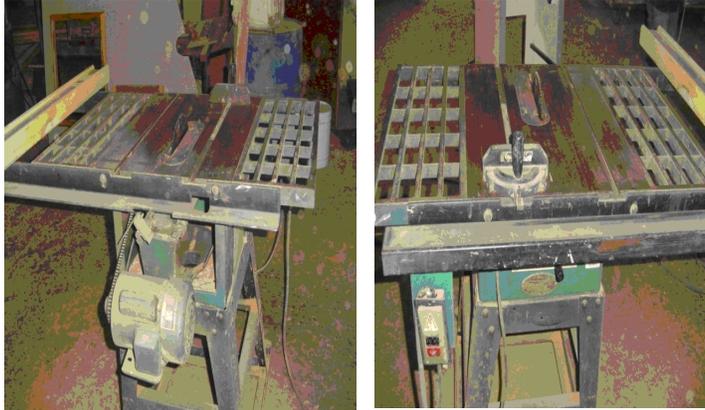
Los polipastos que se encuentran en la división de Materiales Compuestos se encuentran actualmente en buen estado y con aceptables condiciones de operación, ya que uno tiene problemas eléctricos en el mando que mueve el motor de desplazamiento vertical, y el otro presenta una limitación de 2 metros con respecto al desplazamiento horizontal por estar la viga torcida.

Pueden ser operados por cualquiera de los operarios de la división ya que son de fácil maniobrabilidad y no necesitan de conocimientos especializados para su manipulación.

- **Sierra Eléctrica De Banco:** La sierra eléctrica de banco de la División de Materiales Compuestos es un equipo que utiliza como herramienta de corte un disco dentado de máximo 10" de diámetro, el cual es movido por un motor eléctrico que genera una potencia de dos (2) HP.

Es utilizado específicamente para realizar cortes piezas de madera que van a ser utilizadas en la ejecución de los procesos de construcción de modelos o moldes, así como en la construcción de muebles y accesorios en madera que hagan parte de piezas construidas, en la ejecución de proyectos de esta división, todo esto teniendo en cuenta las limitantes dimensionales propias de la maquina. A continuación en la figura 27 se mostrara una imagen de la sierra eléctrica de banco.

**Figura 27. Sierra Eléctrica de banco**



**Fuente:** Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L.

Las especificaciones técnicas de la sierra eléctrica de banco son las que se presentan en la Tabla 28.

**Tabla 28. Especificaciones técnicas de la sierra eléctrica de banco**

<b>FABRICANTE:</b>	GRIZZLY INDUSTRIES.
<b>MARCA:</b>	GRIZZLY.
<b>MODELO:</b>	G 1022PRO.
<b>SERIE:</b>	0799 YB.
<b>VOLTAJE:</b>	110V / 220V.
<b>INTENSIDAD:</b>	16 A.
<b>POTENCIA DEL MOTOR:</b>	2 HP.
<b>VELOCIDAD DEL MOTOR:</b>	3450 rpm.
<b>VELOCIDAD DEL EJE:</b>	4700 rpm.
<b>HERRAMIENTA MAXIMA DE CORTE:</b>	DISCO DE 10".
<b>MAXIMA PROFUNDIDAD DE CORTE:</b>	3,1/8" a 90°; 2,1/8" a 45°
<b>DIMENSIONES DE MESA DE CORTE:</b>	27 1/8" x 40 5/8".
<b>ALTURA DE LA MESA:</b>	37".
<b>PESO:</b>	305 Lbs.

**Fuente:** Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L.

El estado actual de la Sierra de Banco es bueno y se le observa una buena capacidad de operación, esto debido a que se observa un ruido inusual al momento de utilizarla, y esto no permite que su capacidad operacional sea optima.

Es operada por cualquiera de los carpinteros modelistas de la división, quienes son las personas más idóneas para hacerlo por ser esa la especialidad de su profesión.

- **Sierra Eléctrica Sin Fin:** La sierra eléctrica sin fin perteneciente a la División de Materiales Compuestos, es una máquina de corte vertical que utiliza como herramienta de corte una cinta metálica dentada la cual gira sobre unas poleas impulsadas por un motor de que genera 1748 rpm.

Este equipo es utilizado en la División de Materiales Compuestos específicamente para realizar cortes a la madera que se va a utilizar en la ejecución de los procesos de construcción de modelos o moldes, teniendo en cuenta las capacidades dimensionales de la maquina, además también es utilizado en la construcción de muebles y accesorios en madera que hagan parte de piezas a construir en la ejecución de los diferentes proyectos en la división. A continuación en la figura 28 se mostrara una imagen de la sierra sin fin.

**Figura 28.** Sierra Sin Fin



**Fuente:** Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L.

Las especificaciones de la Sierra Sin Fin son las que se muestran en la Tabla 29

**Tabla 29. Especificaciones técnicas de la sierra sin fin**

<b>FABRICANTE:</b>	OSMA.
<b>MARCA:</b>	OSMA.
<b>MODELO:</b>	SR – 320 RO.
<b>SERIE:</b>	244.5.002.
<b>MODELO DEL MOTOR:</b>	BG 090 L.
<b>DIMENSIONES MESA DE CORTE:</b>	160mm x 300mm
<b>POTENCIA DEL MOTOR:</b>	1.5 HP.
<b>VOLTAJE:</b>	220 V.
<b>INTENSIDAD:</b>	20 A.
<b>VELOCIDAD DEL MOTOR:</b>	1748 rpm.

**Fuente:** Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L.

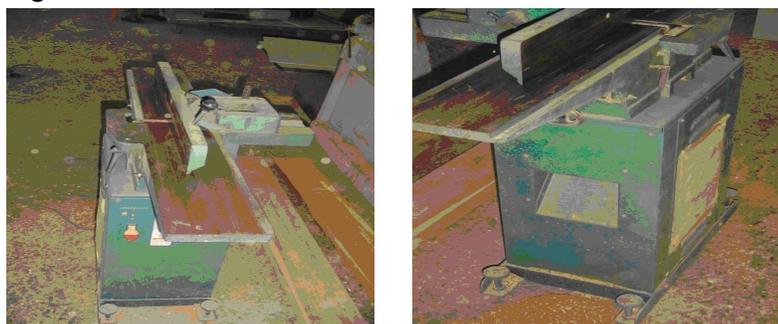
La maquina se encuentra en perfecto estado, y ofrece optimas condiciones de operación, lo que más deterioro experimenta por la utilización del equipo son la correa de transmisión y la cinta de corte, sin embargo en este caso particular ambas se encuentran en perfecto estado y funcionalidad.

Es manipulada por cualquiera de los carpinteros modelistas, los cuales cuentan con los conocimientos requeridos para la utilización de este equipo y además son los encargados de realizar los procedimientos de mantenimiento de la misma.

- **Canteadora:** Posee un motor de un (1) HP, el cual genera 3450 rpm. Que transmiten el movimiento a una cabeza de corte, que se mueve a una velocidad de 5000rpm, compuesta por tres (3) cuchillas con dimensiones de largo 6", ancho 1", y espesor 1/8".

Es utilizada específicamente para dar acabados planos, en caso de ser requerido, a piezas de madera que van a ser utilizadas en la ejecución de los procesos de construcción de modelos o moldes, teniendo en cuenta las restricciones de la maquina en lo referente a las dimensiones de las cuchillas y rango de movimiento, además en la construcción de muebles y accesorios en madera que hagan parte de piezas a construir, en los diferentes proyectos. A continuación en la figura 29 se mostrara una imagen de la maquina canteadora.

**Figura 29.** Canteadora



**Fuente:** Autores ( Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

Las especificaciones técnicas de la Canteadora son las que se muestran en la Tabla 30

**Tabla 30.** Especificaciones técnicas de la Canteadora

<b>FABRICANTE:</b>	GRIZZLY INDUSTRIES.
<b>MARCA:</b>	GRIZZLY.
<b>MODELO:</b>	G 1182 HW.
<b>SERIE:</b>	JOINTERS.
<b>VOLTAJE:</b>	110V / 220V.
<b>POTENCIA DEL MOTOR:</b>	1 HP.
<b>INTENSIDAD DEL MOTOR:</b>	14 A.
<b>VELOCIDAD DEL MOTOR:</b>	3450 rpm.
<b>RANGO DE MOVIMIENTO:</b>	6".
<b>DIAMETRO DE CABEZA DE CORTE:</b>	2,5"; 3 Cuchillas.
<b>DIMENSIONES DE CUCHILLA:</b>	1" x 1/8" x 6".
<b>MAXIMA PROFUNDIDAD DE CORTE:</b>	1/8".
<b>VELOCIDAD DE CABEZA DE CORTE:</b>	5000 rpm.
<b>CORTES POR MINUTO:</b>	15000.

**Fuente:** Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez L.

Actualmente se encuentra en excelente estado y con optimas condiciones de funcionamiento, es decir guarda aún todas las especificaciones técnicas del fabricante, en lo que respecta a la potencia y velocidad generada por el motor, así como la velocidad producida en la cabeza de corte, y a pesar de que las cuchillas por el tiempo de uso pierden filo, esta todavía es capaz de realizar la cantidad de cortes por minuto con la que fue diseñada.

Es manipulada por cualquiera de los carpinteros modelistas de la división, ya que estos cuentan con la experiencia y los conocimientos necesarios para su utilización.

- **Colector de Polvo:** Este equipo es básicamente una aspiradora industrial constituido por un motor con capacidad de succión de 1400 CFM. Una manguera plástica de succión Y dos bolsas colectoras con una capacidad volumétrica de cinco (5) Ft<sup>3</sup>.

El colector de polvo presta un servicio de apoyo a otras maquinas, como la sierra de banco, en la ejecución de actividades propias de los diferentes proyectos que se ejecutan en esta división.

Básicamente funciona aspirando el aserrín producido por las sierras de banco y sin fin así como el polvo de fibra de vidrio que se produce en la ejecución de los diferentes procesos productivos, y los almacena en las bolsas colectoras. A continuación en la figura 30 se mostrara la colectoras de polvo.

**Figura 30.** Colector de polvo



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L)

Las especificaciones técnicas de la recolectora de polvo son las que se muestran en la Tabla 31.

**Tabla 31.** Especificaciones técnicas del colector de polvo

<b>FABRICANTE:</b>	GRIZZLY INDUSTRIES.
<b>MARCA:</b>	DEWALT.
<b>MODELO:</b>	G 1028 Z.
<b>SERIE:</b>	8843616.
<b>TAMAÑO DE BOLSA COLECTORA:</b>	19" x 33", Cada una.
<b>DIAMETRO DE MANGURA DE SUCCIÓN:</b>	6".
<b>CAPACIDAD DE BOLSA COLECTORA:</b>	5 ft <sup>3</sup> .
<b>CAPACIDAD DE SUCCION DE AIRE:</b>	1400 C.F.M.
<b>PRESIÓN ESTÁTICA:</b>	9" de Agua
<b>VOLTAJE:</b>	110V /220V.
<b>INTENSIDAD:</b>	18 A.
<b>POTENCIA DEL MOTOR:</b>	1.5 HP.
<b>VELOCIDAD DEL MOTOR:</b>	3450 rpm.

**Fuente:** Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L

La recolectora de polvo se encuentra en buen estado, y a pesar de tener averiada la manguera de succión, el colector de polvo, utilizado en la División de Materiales Compuestos se puede considerar un equipo con buena capacidad de operación, gracias a las acciones correctivas que se han tomado.

Este equipo no necesita maniobrabilidad por parte de un operario, debido a que este solo se debe acoplar a la maquina que esté produciendo aserrín o donde se esté generando polvo de fibra de vidrio, encenderlo y este aspira todos estos desechos producidos por la ejecución de un proyecto.

- **Bomba de Vacío:** La Bomba de Vacío Venturis con que cuenta la división de Materiales Compuestos es un equipo indispensable para la ejecución de procesos de laminación al vacío, este se utiliza para comprimir el laminado con DIVINYCELL O DIVINYMAX (espumas de PVC de alta densidad y poro cerrado).

Este tipo de bomba de vacío a fuerza de aire, por su diseño ininterrumpido de un extremo a otro permite que los sólidos pasen directamente, sin ninguna obstrucción, se les puede graduar para que funcionen exactamente de acuerdo a los requisitos. No requieren reguladores. Su rendimiento no está sujeto al nivel de presión. No requieren mantenimiento. No requieren electricidad. No se calientan Permiten una combinación de niveles altos de flujo en vacío hasta 120 SCFM, con un bajo volumen de aire comprimido, y niveles de vacío hasta 25" Hg.

**Figura 31.** Bomba de Vacío



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

**Tabla 32. Especificaciones técnicas de la bomba de vacío**

<b>FABRICANTE:</b>	VACCON.
<b>MARCA:</b>	VENTURIS.
<b>MODELO:</b>	VDF 250.
<b>SERIE:</b>	VDF.
<b>NIVEL MAXIMO DE VACIO:</b>	25 "Hg.
<b>CONSUMO DE AIRE:</b>	14 SCFM*.
<b>NIVEL DE FLUJO DE VACIO MAXIMO:</b>	15 SCFM.
<b>CONSUMO DE FLUJO DE AIRE:</b>	6 SCFM*.

\* La presión de aire debería ser mayor de 40 PSI.

**Fuente:** Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodríguez L

Esta bomba de vacío de la división de Materiales Compuestos esta nueva y se encuentra en óptimas condiciones de operación. Es manipulada por el jefe de grupo de laminadores, el supervisor y/o el jefe de la división, debido a que son las personas que cuentan con el

conocimiento y la experiencia para manejar este tipo de equipos.

### **B) Maquinaria y Equipo de la División de Pinturas:**

La división de pinturas cuenta con las maquinas que se mostraran en la Tabla 33

**Tabla 33.** Maquinaria de la División de Pinturas

<b>CANTIDAD</b>	<b>NOMBRE DE LA MAQUINA</b>
02	MAQUINA DE LAVADO
02	COMPRESORES INGERSOLL
02	EQUIPOS AIRLESS
01	COMPRESOR ATLAS COPCO
01	TOLVA BIG CLEM
01	TOLVA 600 lb.
02	PLATAFORMAS PARA TRABAJOS EN ALTURAS

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

➤ **Maquina de Lavado:** Esta máquina tiene la función de realizar limpieza de casco, según ficha técnica esta trabaja a una presión de 5000 psi este es un valor teórico debido a que en la realidad se manejan presiones de 2500 a 3200 psi porque así está estipulado en el proceso, el estado de las maquinas actualmente es bueno aunque solo se está trabajando a un 75% aproximadamente.

La presión suministrada por los equipos depende de lo que requiera el cliente y es por esto que se utilizan presiones de 3500 hasta los 4000 psi, y para esto debe existir un control más estricto de las mangueras, esto se realiza en el momento en que las mangueras se encuentran muy desgastadas debido a la alta presión a la cual están operando ya que pueden ocasionar fugas y perdidas de la presión y eventualmente accidentes. A continuación en la figura 32 se mostrara una imagen de la maquina de lavado.

**Figura 32.** Maquina de lavado



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Las especificaciones técnicas de la maquina de lavado se presentan en la tabla 34:

**Tabla 34.** Especificaciones técnicas de la maquina de lavado

<b>MARCA</b>	LANDA
<b>MODELO</b>	MPE55000C
<b>Nº SERIE</b>	P1102-39426
<b>CODIGO DE MANTENIMIENTO</b>	SRML-01
<b>CARACTERISTICAS</b>	5000 PSI
<b>ACEITE</b>	SAE 30
<b>CAUDAL</b>	5 GPM
<b>POTENCIA</b>	20 HP
<b>TIPO</b>	DESPLAZAMIENTO POSITIVO
<b>VOLTAJE</b>	440 V
<b>AMPERAJE</b>	25 A
<b>FASES</b>	3
<b>FRECUENCIA</b>	60 HZ
<b>UBICACIÓN</b>	ALMACEN DE PINTURA

**Fuente:**

- **Compresores Ingersoll 185cfm:** Este equipo tiene como función principal la de desplazar aire comprimido a una presión aproximadamente de 110 psi (presión durante la operación), este equipo se utiliza en los proceso de *sandblasting* y aplicación de recubrimientos, antes de utilizar estos equipos se debe inspeccionar si el aceite se encuentra en buen estado, y que la tensión de las correas es la adecuada para su optima operación, el agua y el refrigerante, luego se debe verificar que la presión de salida del compresor sea la adecuada para el trabajo y debe ser aproximadamente de 110 psi a la salida del compresor, esto en lo referente a condiciones de operación; en cuanto al mantenimiento, cuando el compresor es nuevo se le realizan cambios en los filtros aproximadamente cada 500 horas de trabajo, en el momento en que el equipo pasa las 6000 horas de trabajo solo se le hace una

inspección en el momento en que se va a utilizar y si hay algún problema se debe verificar donde está el daño y se procede a reportar que el equipo está en malas condiciones y que le hagan el mantenimiento respectivo, actualmente estos equipos se encuentran en buen estado y listos para su utilización. A continuación se mostrara un figura 33 se mostrara una imagen del compresor.

**Figura 33.** Compresor



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Las Especificaciones técnicas de los compresores se presentan en la tabla 35.

**Tabla 35. Especificaciones técnicas de los compresores**

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>MARCA</b>	INGERSOLL RAND
<b>MODELO</b>	P185 WJD
<b>Nº SERIE</b>	CD3029D123456
<b>CODIGO DE MANTENIMIENTO</b>	SRCA-01
<b>CARACTERISTICAS</b>	MOTOR DIESEL
<b>ACEITE</b>	SAE 40
<b>CAUDAL</b>	185 CFM
<b>COMBUSTIBLE</b>	DIESEL / 80 GAL
<b>PRESIÓN DE OPERACIÓN NOMINAL</b>	100 PSI
<b>TIPO</b>	TORNILLO
<b>UBICACIÓN</b>	ALMACEN DE PINTURA

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

- **Equipos Airless:** La función de estos equipos es la de impulsar la pintura a la presión requerida por la ficha técnica de las mismas, través de una bomba de desplazamiento positivo, este posee una relación de compresión de 56:1 y es capaz de desplazar un caudal de 3.4 galones por minuto; en lo referente al mantenimiento de este equipo, no se sigue el plan de mantenimiento que aparece en el instructivo, solo en el momento en que se le presenta la falla es que se le realiza un mantenimiento de tipo correctivo.

En lo referente al estado de este equipo podemos decir que se encuentra en buen estado pero se le debe revisar el manómetro para poder tener conocimiento de cuál es la presión que se tiene a la salida del compresor ya que actualmente no funciona correctamente. A continuación en la figura 34 se mostrara una imagen del equipo Airless.

**Figura 34.** Equipo Airless



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Las especificaciones técnicas de los equipos airless se presentan en la Tabla 36

**Tabla 36. Especificaciones técnicas de los equipos airless**

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>MARCA</b>	GRACO
<b>MODELO</b>	207-647
<b>Nº SERIE</b>	DO11
<b>CODIGO DE MANTENIMIENTO</b>	SRER02
<b>CARACTERÍSTICAS</b>	PISTON
<b>CAUDAL</b>	3.4 GALONES / MINUTO
<b>MÁXIMA PRESION DEL FLUIDO</b>	5000 PSI
<b>MÁXIMA PRESION DE AIRE</b>	90 PSI
<b>TIPO</b>	DESPLAZAMIENTO POSITIVO
<b>RELACIÓN DE COMPRESIÓN</b>	56:1
<b>UBICACIÓN</b>	ALMACEN DE PINTURA

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

- **Tolva De 600lb:** La función principal de la tolva 600 es la de almacenar la arena para la aplicación de *sandblasting*, este a su vez regula la presión que manda el compresor para la boquilla a la presión que especifique la ficha técnica del recubrimiento, algo que se debe tener en cuenta es que este equipo puede dar una presión máxima hasta de 130 psi pero para aplicación de *sandblasting* se manejan presiones hasta de 85 psi, y maneja un volumen de 6 ft<sup>3</sup>. En este momento el equipo se encuentra en perfecto

estado y operando en condiciones normales, en cuanto al mantenimiento solo se le realiza un cambio de los filtros de aire en el momento en que se requiera. A continuación en la figura 35 se mostrara una imagen de la Tolva.

**Figura 35. Tolva**



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Las especificaciones técnicas de la Tolva de 600 Lb. son las que se presentan en la Tabla 37.

**Tabla 37. Especificaciones técnicas de la tolva**

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>MARCA</b>	CLEMCO
<b>MODELO</b>	2452
<b>Nº SERIE</b>	33054
<b>CODIGO DE MANTENIMIENTO</b>	K82385C
<b>VOLUMEN</b>	6 CF
<b>PRESION</b>	130 PSI
<b>PRESION DE TRABAJO</b>	85 PSI
<b>UBICACIÓN</b>	ZONA DE SANDBLASTING

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

- **Atlas Copco:** El tipo de trabajo que esta máquina realiza es el de comprimir aire para diferentes propósitos tales como suministrarlo a través de la red de abastecimiento de aire para trabajos ya sea de *sandblasting*, aplicación de recubrimientos; este equipo maneja una presión de 132 psi teóricamente y en operación se maneja una presión de 125 psi a la salida del compresor, pero a la salida de las redes de abastecimiento se maneja una presión de aproximadamente de 100 a 110 psi, hay que agregar que se maneja un caudal de 1300 cfm a la salida del mismo.

Por otra parte, en lo que respecta al mantenimiento, este es ejecutado por la empresa AZEG DE COLOMBIA, quien es la encargada de realizar actividades preventivas y correctivas al equipo dependiendo de las necesidades establecidas por el supervisor a cargo según la condición que muestre el equipo.

Normalmente el supervisor utiliza las señales de precaución que muestra el equipo en su *display*, por ejemplo: si en la pantalla aparece un mensaje de alarma infiere que se debe realizar el cambio de alguna pieza, a lo cual se procede a contactar a la empresa contratista para que ejecute la actividad de mantenimiento.

En cuanto al estado del equipo en este momento se encuentra en perfectas condiciones y operando a la presión indicada. A continuación en la figura 36 se mostrara una imagen del atlas copco.

**Figura 36. Atlas Copco**



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Las especificaciones técnicas del Atlas Copco son las que se muestran en la Tabla 38.

**Tabla 38. Especificaciones técnicas del atlas copco**

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>MARCA</b>	ATLAS COPCO
<b>MODELO</b>	GA250
<b>Nº SERIE</b>	074296
<b>ACEITE</b>	GA-8K
<b>CAUDAL</b>	1300 CFM
<b>POTENCIA</b>	319 HP
<b>TIPO</b>	BITORNILLO ROTATORIO
<b>VOLTAJE</b>	440 V
<b>AMPERAJE</b>	150 A
<b>FASES</b>	3
<b>FRECUENCIA</b>	60 HZ

<b>PESO</b>	5457 KG
<b>UBICACIÓN</b>	CUARTO DE COMPRESORES

Fuente: Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

➤ **Plataforma Para Trabajos En Altura:** Estas plataformas tienen como función principal apoyar a los operarios en los distintos trabajos realizados en alturas, tales como:

- Lavado a presión.
- *Sandblasting*.
- Aplicación de recubrimientos.

Para este tipo de equipos o maquinarias no se lleva un control específico del mantenimiento a realizar; actualmente estas plataformas no se encuentran en operación debido a fallas mecánicas, cabe resaltar que las piezas o repuestos de estos equipos no se encuentran en el mercado local lo que causa una demora en su reparación. A continuación en la figura 37 se mostrara una imagen de la plataforma para trabajo en altura.

**Figura 37. Plataforma para trabajo en altura**



Fuente: Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Las especificaciones técnicas del Atlas Copco son las que se muestran en la Tabla 39.

**Tabla 39.** Especificaciones técnicas de la plataforma para trabajos en altura

<b>FICHA TÉCNICA</b>	
<b>MARCA</b>	JLC
<b>MODELO</b>	35 E
<b>Nº SERIE</b>	025358 / 0300023336
<b>ACEITE</b>	HIDRÁULICO
<b>MOVIL</b>	310 / 225 GALONES

<b>TIPO</b>	BRAZO ARTICULADO DE ACCIONAMIENTO HIDRÁULICO
<b>VOLTAJE DEL SISTEMA ELECTRICO</b>	40 V
<b>PESO</b>	4309 KG
<b>ALTURA MAX</b>	10.67 mt
<b>ALCANCE HORIZONTAL MAX</b>	6.25 mt
<b>CAPACIDAD NOMINAL SIN RESTRICCIONES</b>	230 KG
<b>ROTADOR</b>	110° (HIDRÁULICOS)
<b>UBICACIÓN</b>	ALMACEN DE PINTURA

Fuente: Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

### **C. Nivel De Importancia De Las Maquinas Y Equipos Por Proceso:**

Cada una de las maquinas existentes en las divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas participan en al menos uno del total de procesos productivos que se ejecutan en estas.

A continuación en la tabla 40 se especificara la importancia de cada una de las maquinas y equipos por cada uno de los procesos que se ejecutan en la division de materiales compuestos y en la tabla 41 se especificara la importancia de cada una de las maquinas y equipos por cada uno de los procesos que se ejecutan en la division de Pinturas y Recubrimientos, de acuerdo a los siguientes criterios:

- Si el equipo falla, y como consecuencia se para el proceso, clasifica en el nivel de criticidad (1).
- Si el equipo falla, y como consecuencia, se para el proceso, o no se para el proceso pero el rendimiento baja 30% o menos, pero existe un plan de contingencias de respuesta rápida, clasifica en el nivel de criticidad (2).
- Si el equipo falla, y como consecuencia, se para el proceso, o no se para el proceso pero el rendimiento baja un porcentaje baja un 30% o menos, pero existe un plan de contingencias de respuesta lenta, clasifica en el nivel de criticidad (3).

- Si el equipo falla, y como consecuencia, se para el proceso, o no se para el proceso pero el rendimiento baja un 50% o más, pero existe un plan de contingencias de respuesta rápida, clasifica en el nivel de criticidad (4).
- Si el equipo falla, y como consecuencia, se para el proceso, o no se para el proceso pero el rendimiento baja un 50% o más, pero existe un plan de contingencias de respuesta lenta, clasifica en el nivel de criticidad (5).

**Tabla 40.** Criticidad de la maquinaria de Materiales Compuestos

MAQUINARIA Y EQUIPOS	P 1	P2	P3	P4
Maquina de aspersión	N/A	2	2	N/A
Herramienta robótica para corte	N/A	N/A	4	2
Compresor de alta presión	2	2	2	2
Polipasto eléctrico de cadena	4	4	4	4
Sierra eléctrica de banco	N/A	N/A	3	3
Sierra Eléctrica Sin FIN	N/A	N/A	3	3
Canteadora	N/A	N/A	3	3
Colector de polvo	2	2	2	2
Bomba de vacío	N/A	4	N/A	N/A

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

**DONDE:**

**P1:** Reparación de partes en materiales compuestos y recubrimiento de ejes en PRFV.

**P2:** Construcción de piezas.

**P3:** Construcción de moldes.

**P4:** Construcción de modelos.

**N/A:** No Aplica (No Participa en la ejecución del proceso).

**Tabla 41.** Criticidad de la maquinaria de Pinturas y Recubrimientos

MAQUINARIA Y EQUIPOS	P 1	P2	P3	P4	P5	P6
LAVADO	3	N/A	N/A	N/A	3	N/A
SANDBLASTING	N/A	3	3	N/A	3	3
APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS	N/A	3	3	3	3	N/A

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

**DONDE:**

**P1:** Maquina de Lavado

**P2:** Compresos Ingersoll

**P3:** Compresor Atlas Copco

**P4:** Equipo Airless

**P5:** Plataforma de trabajo en altura

**P6:** Tolvas

**2.4.4.2 Variable Mano de Obra**

En la ejecución de los proyectos a desarrollar por la división de Materiales Compuestos, la implementación de Mano de Obra tiene mayor incidencia que las demás variables involucradas en los procesos productivos debido a que los procesos se ejecutan generalmente de forma artesanal; en la división de Pinturas y Recubrimientos, las variables que mas inciden son Mano de Obra y Materia Prima, por esta razón, y con la finalidad de verificar la idoneidad de los perfiles y funciones de cada uno de los cargos, se realizará un análisis de estos y su participación en el proceso.

En COTECMAR se manejan tres modalidades de contratación (Pago por disponibilidad (personal directo, temporal y cooperativas), pago por producción y contratistas), la mano de obra de la división de materiales compuestos es contratada bajo la modalidad de pago por disponibilidad y contratistas, la mano de obra de la división de pinturas es contratada bajo las tres modalidades, en el caso del jefe de la división y los supervisores se contratan bajo la modalidad de pago por disponibilidad, para el caso de los sandblasteros, pintores y

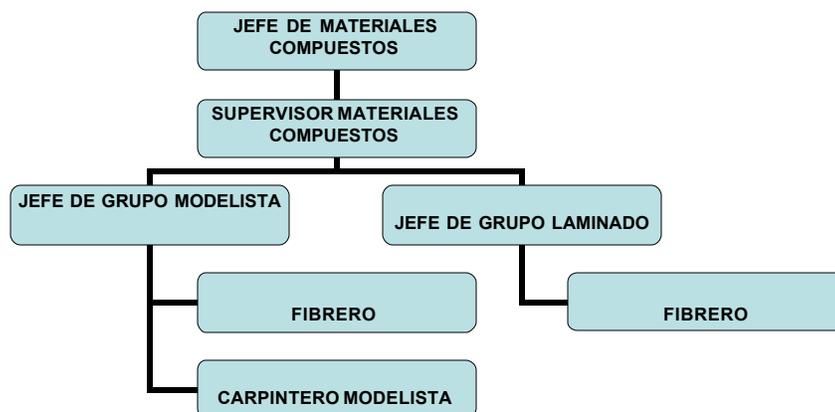
oficiales se contratan bajo la modalidad de pago por producción a través de cooperativas de trabajo asociado y a través de contratistas.

En cuanto a los requerimientos de personal en la división de pinturas, se pudo observar que no se tiene previstos periodos estacionales en los cuales se requiera más o menos personal, debido a que el tipo de producción no lo permite; en cuanto a los contratistas se hace el requerimiento dependiendo de la disponibilidad que tengan y dependiendo de los proyectos que se estén ejecutando caso contrario ocurre en la división de Materiales Compuestos debido a que allí si se tiene un programa de los proyectos a ejecutar lo que facilita la consecución de la mano de obra.

COTECMAR se preocupa por tener a su personal actualizado en cuanto a los procesos y las técnicas que se utilizan., para ello, en la Dirección de Talento Humano en el Departamento de Formación se elaboran los planes de capacitación basándose en las necesidades de formación de cada área.

La estructura organizacional para la división de materiales compuestos se muestra en la figura 38.

**Figura 38.** Estructura organizacional Materiales Compuestos



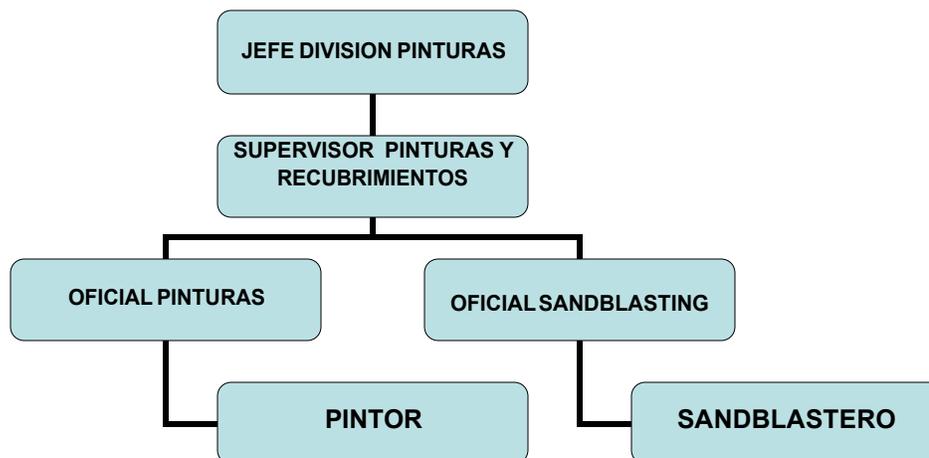
**Fuente:** Información suministrada por la Dirección de Talento Humano de Cotecmar.

Actualmente en la División de materiales compuestos laboran 16 personas vinculadas a través de los diferentes tipos de contratación, el 94% de los trabajadores están vinculados a través de empresa de suministro de personal y el 6% vinculado directamente con Cotecmar.

- El Jefe de la División cumple la función de programar, controlar y ejecutar los trabajos en la División de Materiales Compuestos de fibra de vidrio, de carbono o kevlar, durante la reparación de componentes integrados en los buques y construcción de botes, con el fin de contribuir a la satisfacción de las necesidades del cliente de la organización.
- El supervisor de la división cumple con la función de coordinar, programar y verificar los trabajos de materiales compuestos en los proyectos asignados, garantizando el cumplimiento de los estándares de calidad, productividad y tiempos de entrega establecidos con el cliente.
- El jefe del grupo fibrero cumple con la función de Organizar con el Supervisor de Materiales Compuestos el grupo de trabajo para la ejecución de proyectos y participar directamente en su realización en conformidad con las instrucciones recibidas.
- El carpintero modelista cumple con la función de Construir los modelos de los prototipos de los artefactos navales y partes de los mismos, en nuevas construcciones y para proyectos de mantenimiento y reparación, con el fin de servir de base para la construcción de moldes y piezas para los diferentes proyectos contratados por la Corporación.
- El carpintero apoya las actividades de carpintería general que se presentan en las instalaciones de la Planta y en los proyectos de construcción, mantenimiento y reparación de buques y/o artefactos navales contratados por la Corporación.
- El fibrero ejecuta trabajos de laminación en moldes, modelos, piezas y reparaciones en materiales compuestos.

La estructura organizacional para la división de Pinturas se muestra en la figura 39.

**Figura 39.** Estructura organizacional de Pinturas



**Fuente:** Información suministrada por la Dirección de Talento Humano de Cotecmar.

Actualmente en la División de Pinturas laboran 8 personas vinculadas a través de los diferentes tipos de contratación, el 50% de los trabajadores están vinculados directamente con Cotecmar, el 38% a través de empresas de suministro de personal y el 13% personal militar (ARC), los oficiales de pinturas y sandblasting, al igual que los pintores y sandblasteros están contratados a través de empresas contratistas y el número varía según proyectos.

- El jefe de la división es el encargado coordinar y dirigir técnicamente las actividades de preparación de superficies y aplicación de pinturas, con el fin de contribuir en la ejecución de los proyectos de construcción, reparación y mantenimiento de buques en la Corporación.
- El supervisor es el encargado de organizar, coordinar y controlar las actividades de preparación de superficies y aplicación de pinturas de acuerdo a normas técnicas, con el fin de optimizar el uso de los recursos asignados, siguiendo los procedimientos establecidos por la Corporación.
- El oficial de Pinturas y sandblasting es el encargado de ejecutar los trabajos de pintura y sandblasting a cargo de la División, siguiendo los procedimientos establecidos y optimizando el uso de materiales asignados.

- El pintor y el sandblastero son los encargados de apoyar en la ejecución de los trabajos de pintura y sandblasting a cargo de la División, con el fin de optimizar el uso de los recursos asignados y siguiendo los procedimientos establecidos por la Corporación.

#### **2.4.4.3 Variable Materia Prima:**

Las materias primas, materiales o suministros son los elementos básicos que se transforman en productos terminados a través del uso de la mano de obra y de los costos indirectos de fabricación en el proceso de producción.

Así como la mano de obra, la utilización de materias primas certificadas ayuda a garantizar la calidad del producto que se va a entregar o el servicio a prestar y por ende se obtiene la satisfacción del cliente.

COTECMAR cuenta con un almacén general en donde se almacena todo tipo de materia prima para las diferentes divisiones, las cuales cuentan con un stock mínimo requerido para los trabajos a realizar; esto refleja que se da un tipo de almacenamiento permanente, donde la materia prima generalmente en un emplazamiento predeterminado, con objeto de controlar el suministro o de conservar los materiales no requeridos para su uso inmediato, generalmente este tiempo de almacenamiento es largo, por ende se deben garantizar las condiciones mínimas requeridas para que estos no sufran daños.

La persona encargada del almacén es responsable del adecuado almacenamiento, protección y salida de todos los materiales bajo su custodia. La salida debe ser autorizada por medio de un formato de solicitud de compras, preparado por el supervisor de la división dependiendo del trabajo requerido, posteriormente pasa al gerente encargado del proyecto quien realiza una requisición de materiales para verificar que lo que se necesita se encuentra en el almacén, luego pasa ésta requisición al supervisor y éste se dirige al almacén general para retirar el material solicitado. Cada formato de solicitud de compra indica la cantidad, la descripción, el costo unitario, el costo total y proveedores de los artículos despachados.

Para asegurar que los productos o servicios prestados, cumplen todos los requerimientos en cada etapa del proceso se realizan inspecciones con la finalidad de verificar el cumplimiento de los procedimientos e identificar cualquier desviación de las especificaciones conforme se avanza en el proceso, estas inspecciones se realizan en la recepción de la materia prima, para asegurar que el proveedor tiene un buen control de sus productos, que entregue los documentos que demuestren su calidad, y que éstos satisfagan los requisitos mínimos especificados por el cliente.

Para esto se generan registros que dan evidencia de que la materia prima ha sido inspeccionada y/o probada. También se tiene claro que la materia prima que no cumple con los requerimientos mínimos es rechazada y devuelta al proveedor.

La responsabilidad de comprar materia prima de acuerdo con las normas y los costos predeterminados se asignan al jefe de la división de adquisiciones. Este debe seguir el programa de control de costos tomando en cuenta los precios de compra del material, para asegurar el rendimiento de aquél y el costo de los rechazos y los reprocesos.

➤ **Division de Materiales Compuestos:**

Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó una entrevista en la división de materiales compuestos con la finalidad de categorizar la materia prima según su nivel de criticidad, verificar las alianzas y convenios con los proveedores, las condiciones de almacenamiento, el stock mínimo de materia prima en el almacén, los controles de calidad realizadas en la recepción de la materia prima, y las normas o requisitos exigidos a los proveedores, de la que se obtuvo la siguiente información:

**¿Cuáles son los criterios tenidos en cuenta para el recibimiento de la materia prima?**

R/. Toda la materia prima y los insumos que se utilizan en la División de Materiales Compuestos, debe tener certificados de calidad, por tanto al momento de recibirla se debe verificar, que ésta venga acompañada de dichos certificados y toda la información técnica o que cumpla en su totalidad con las especificaciones técnicas y de calidad ofrecidas por

el proveedor.

**¿Qué condiciones define la división para el almacenamiento de la materia prima?**

R/. Dentro del listado de materia prima e insumos que se utilizan en la División de Materiales Compuestos, existen algunas como las resinas, el Gelcoat y pinturas de Poliuretano o Uretano que requieren ser almacenadas en condiciones de temperaturas específicas. Las telas de fibra de vidrio deben ser almacenadas en lugares frescos y secos para garantizar su calidad.

**¿Existen condiciones definidas con claridad para la división y para los materiales críticos y donde están plasmadas?**

R/. Si existen, y únicamente es responsable el almacén de la verificación de estas condiciones de calidad, que se encuentran definidas en un documento emitido por la jefatura de la división.

**¿Se lleva a cabo control de calidad para la recepción de materia prima? ¿En qué consiste? ¿Quién lo hace?**

R/. Si, básicamente se verifican las especificaciones técnicas de la materia prima, de acuerdo con la norma establecida por el sistema de gestión de calidad de Cotecmar, y lo hace el personal que labora en el almacén.

**¿Existen convenios o alianzas estratégicas con proveedores de materia prima? ¿Cuál es el tiempo de respuesta de estos?**

R/. Existen convenios de pago de la materia prima según lo cita el procedimiento correspondiente de abastecimientos de la corporación, además existen alianzas con algunos proveedores como son: Sumiglass, Andercol, Pintuco, 3M, los cuales suministran los productos con condiciones especiales de tiempo de despacho, pago y garantías.

**¿Cuál es la metodología utilizada para el manejo de inventario en la división?**

**¿Quién se encarga de eso?**

R/. En la División de Materiales Compuestos de COTECMAR, se maneja un stock mínimo de materia prima e insumos el cual es sugerido por el jefe de la División y manejado por el almacén general utilizando el método PEPS (primeros en entrar primeros en salir) con lo que se garantiza que los materiales con menor tiempo disponible para su expedición se utilicen primero.

**¿Cuáles son los materiales críticos de la División de Materiales Compuestos?**

R/. Los materiales críticos de la División son Básicamente las Resinas, Gelcoat, y los materiales de refuerzo (PRFV, KEVLAR, FIBRA DE CARBÓN).

**¿Se almacena materia prima en algún lugar diferente al almacén general?**

R/. Si, se almacena en un área dentro del taller de Materiales Compuestos la Materia Prima e Insumos que van a ser requeridos durante la ejecución de un proyecto.

**¿Se presentan inconvenientes con el manejo o almacenaje de materia prima?**

R/. En algunas ocasiones se han presentado novedades con el almacenamiento de materia prima específicamente con las resinas, debido a que en el almacén general de la corporación, a pesar de tener un área climatizada, no se guarda la resina ahí y esto conlleva a que su tiempo de expiración sea mas corto, hasta el punto en que se han dañado tambores completos de ésta.

Al finalizar la entrevista con el jefe de la división se puede concluir que si existen metodologías bien definidas para la compra y almacenamiento de materiales, a continuación, en la Tabla 41 se presenta el listado de materia prima utilizado en la División de Materiales Compuestos, posteriormente en la Tabla 42 se presentan las características mas importantes de algunas de las materias primas utilizadas en la división, así como el stock mínimo del almacén general.

**Tabla 42.** Materia Prima de la División de Materiales Compuestos

ITEM	MATERIA PRIMA	ESPECIFICACIONES	OBSERVACIONES
A	Fibras de vidrio tipo Mat	gramajes 250, 450 y 600 g/m2	Aprobadas para construcción naval por alguna casa clasificadora
B	Fibras de vidrio tipo Woving Roving	gramajes 600 y 800 g/m2	
C	Fibras de vidrio Especiales: Biaxiales a 0°-90° y +/- 45°	gramajes 700 a 1200 g/m2	
D	Materiales para núcleo	Espuma de PVC Balso	Marcas Airex o Divinycell Marca Baltek
E	Materiales tipo Bulker	Auromat, coremat Similares	Aprobadas para construcción naval
F	Resinas	Poliéster Tipo Orthoftálicas e Isoftálicas	Para laminación manual
		Tipo Vinilester	Para construcción naval
G	Gelcoats	Tipo ISO NPG	Colores ya preparados
H	Catalizador Meck Peróxido	Tipo N	Para resinas y Gelcoats

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

**Tabla 43.** Características de la Materia Prima

ITEM	DESCRIPCION	STOCK MINIMO	UNIDAD	PRESENTACION
A	Tela Mat Vetrotex 225-230 g/m2	45-52	Kg.	Rollo
	Tela Mat Vetrotex 450 g/m2	45-52	Kg.	Rollo
	Tejido Bidireccional 0°-90°	70-90	Kg.	Rollo
B	Woving Roving Vetrotex 800 g/m2	60-70	Kg.	Rollo
C	Microesferas de vidrio	25	Kg.	Bolsa
F	Resina laminación Basf Palatal 53-46B	230	Kg.	Tambor
G	Gelcoat Andercol Blanco ISO NPG 888	60	Kg.	Caneca
H	Peroxido tipo N	5	Kg.	Envase 1 Gal
E	Espuma rigidizante Auromat 3 mm	10	m2	Lamina
D	Divinymat 4 mm	3	hoja	Lamina
D	Divinycell H60, 10 mm	2	hoja	Lamina
I	Cera para moldes nuevos TR-108	2	Und.	Envase ½ Litro

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

➤ **División de Pinturas y Recubrimientos:** En la división de Pinturas y recubrimientos no se realiza entrevista, debido a que en esta división únicamente se manejan dos materiales críticos, arena y pinturas, en cuanto a la pintura generalmente es suministrada por el cliente, para lo que se tienen disponibles contenedores para su almacenamiento.

**a) Pinturas:** Toda la materia prima necesaria para la ejecución debe estar situada en el ambiente adecuado para su conservación, en cuanto a las pinturas se deben tener en cuenta ciertas especificaciones en el momento de su recepción tales como:

- El número de lote.
- Referencia

Con el fin de conocer cuál es la antigüedad y además para verificar que esa es la pintura requerida por el cliente; por otra parte se deben tener en cuenta ciertas condiciones en el momento en que se vaya a almacenar:

- Buena ventilación (natural o forzada)
- Sitios limpios
- Iluminados
- Temperatura ambiente de máx. 40° C
- Alejada de sitios donde se generen chispas
- Sitios secos

En cuanto al control de calidad que se le debe hacer a las pinturas se debe revisar si ésta se encuentra en el tiempo en el cual se puede utilizar, esto se observa en la ficha técnica que siempre muestra el tiempo de vida útil de la misma.

Otro punto a tener en cuenta es la verificación de la certificación de los proveedores la cual la realiza el almacén general, el cual debe velar por la calidad de la materia prima.

**b) Arena:** En la división de pinturas se utiliza la arena para el proceso de *sandblasting*, esta debe tener ciertas especificaciones que garanticen la calidad del proceso.

El stock mínimo que hay en los contenedores es de 15000 bultos de 25kg c/u.

Quien controla las entradas y las salidas de la arena es el almacén, el almacén es el encargado de pedir los certificados de granulometría de la arena.

Con respecto al transporte de la arena muy pocas veces existe demora en los tiempos de llegada, solo se demora cuando hay época de lluvia ya que los proveedores no encuentran arena seca.

#### 2.4.4.4. Variable Métodos Y Procedimientos

En todos los proyectos ejecutados por las áreas productivas objeto de estudio, se deben realizar procesos productivos, a los cuales se les debe seguir un número de pasos o procedimientos y métodos, que ayuden a desarrollar los proyectos de una forma eficiente; a realizar una gestión eficaz y a mejorar la productividad del Departamento de producción y por ende la de la Corporación.

Por estas razones, y con la finalidad de verificar la idoneidad de los métodos utilizados y el cumplimiento de los procedimientos, se realizará una análisis de estos, así como sus desviaciones y los puntos que se deban mejorar, de ser necesario.

Por cada proceso en la división de materiales compuestos, hay una serie de subprocesos que a continuación se describirán, una vez descrito el procedimiento se presentara el método mediante un cursograma de operaciones:

- **Procedimientos por procesos para la division de materiales compuestos.**

Los procedimientos para cada proceso se encuentran establecidos como se muestra en la figura 40.

**Figura 40.** Procesos de la division de materiales compuestos



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

## A. Reparación de pieza y/o recubrimiento en materiales compuestos.

- **Evaluación del daño:** Se comienza con la evaluación del daño de la pieza o el estado de la superficie metálica a recubrir. Los daños pueden ser en el gelcoat (cosméticos) o extenderse al laminado, incluyendo separaciones entre capas (deslaminado). A continuación se procede a lavar la pieza o superficie, si la pieza a reparar es un casco, se hace lavado mediante la aplicación de un chorro de agua a presión corriente (1.5 a 3 Bares) y la aplicación de detergente en polvo sobre la superficie, siempre de arriba hacia abajo, para la eliminación de las sales y adherencias salinas, quedando la superficie completamente limpia y lista para su secado a temperatura ambiente.

En el caso de sustratos metálicos nuevos, se lava con disolvente para retirar toda contaminación producida por aceites de corte y/o preservantes. El Supervisor de la División de Materiales Compuestos verifica la ejecución del trabajo de limpieza y da la orden de finalización de este, concluyendo con la evaluación exterior del daño para tener claro el siguiente paso.

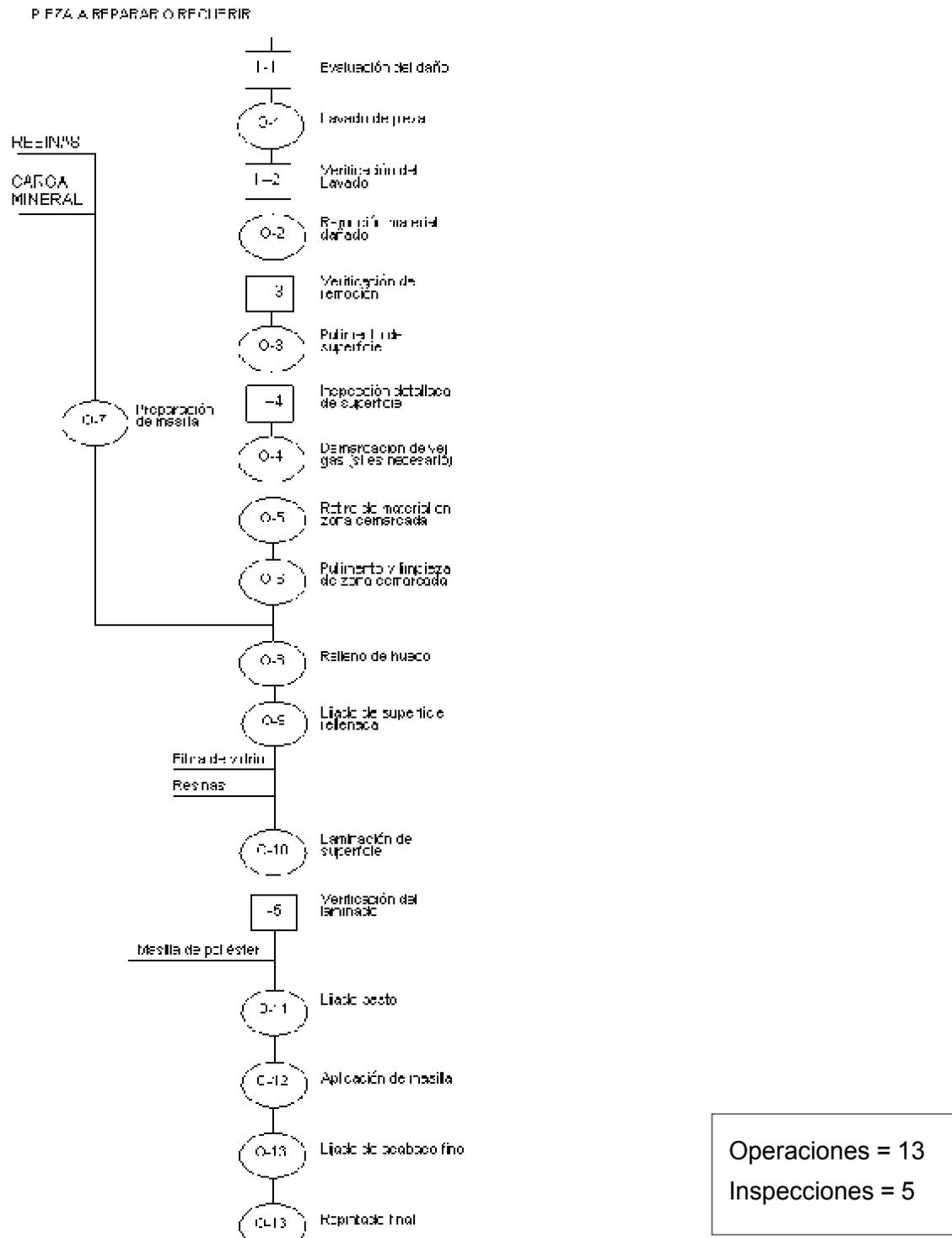
- **Remoción de material dañado:** Si es una pieza, se remueve mediante limpieza mecánica todo el material dañado y/o deslaminado, hasta llegar a capas sanas. Si es recubrimiento se remueve el mismo hasta el sustrato metálico o como la indique la orden de trabajo. El Supervisor de la División de Materiales Compuestos verifica la correcta ejecución del trabajo para darlo por terminado y pasar a la siguiente etapa.

Con el material dañado removido, el Supervisor de la División, según sea la reparación estructural o estética, especifica como se pule la superficie mediante limpieza mecánica y/o manual. El Supervisor verifica el trabajo realizado y pasa a hacer una inspección detallada, la cual consiste en una inspección minuciosa a toda la superficie trabajada para verificar las condiciones de perfil de anclaje y limpieza para la aplicación del laminado de reparación o de recubrimiento. En este procedimiento es muy factible encontrar vejigas (blísters) en las piezas trabajando

en inmersión o socavaciones (pitting) en los sustratos metálicos, las cuales se deben demarcar en forma clara (con marcador) para su recuperación.

- **Relleno de superficies (si es necesario):** Con la herramienta de corte adecuada al tamaño del hueco, montada en un motortool eléctrico o neumático, se retira el material en el área demarcada en el paso anterior, luego se pule y se limpia dicha área, permitiendo su secado. Una vez seco, se prepara una masilla de resina con carga mineral (las proporciones y resina base son dadas en campo por el supervisor y de acuerdo al grado de deterioro, material base y tamaño encontrado) y se aplica como relleno en el hueco, se espera un tiempo para el fraguado de la masilla aplicada y se lija para darle el mismo nivel que posee toda la superficie.
  
- **Aplicación de laminado:** Luego se continúa con el laminado de refuerzo y/o recubrimiento especificado en la OT así como en el instructivo asociado (si existe). No se debe aplicar más de 3mm de una sola vez. El Supervisor de la División verifica la correcta ejecución del trabajo para darlo por terminado y pasar a la siguiente etapa.
  
- **Acabado de pieza:** Si es un recubrimiento (ejes, techos), se aplica al laminado exterior el esquema de pintura especificado en la OT. Si es una pieza reparada, se le da un lijado basto con tela de esmeril grano 80-120. Luego se le aplica una capa delgada de masilla de poliéster para nivelar la superficie. Se continúa con lijado a mano y/o máquina desde una lija de grano 150-180 hasta una lija de grano 220, terminando con repintado final según lo especificado en la OT.
  
- **Método:** El flujograma de operaciones para este proceso se muestra en la figura 41.

**Figura 41.** Flujoograma de operaciones del proceso de reparación de piezas.



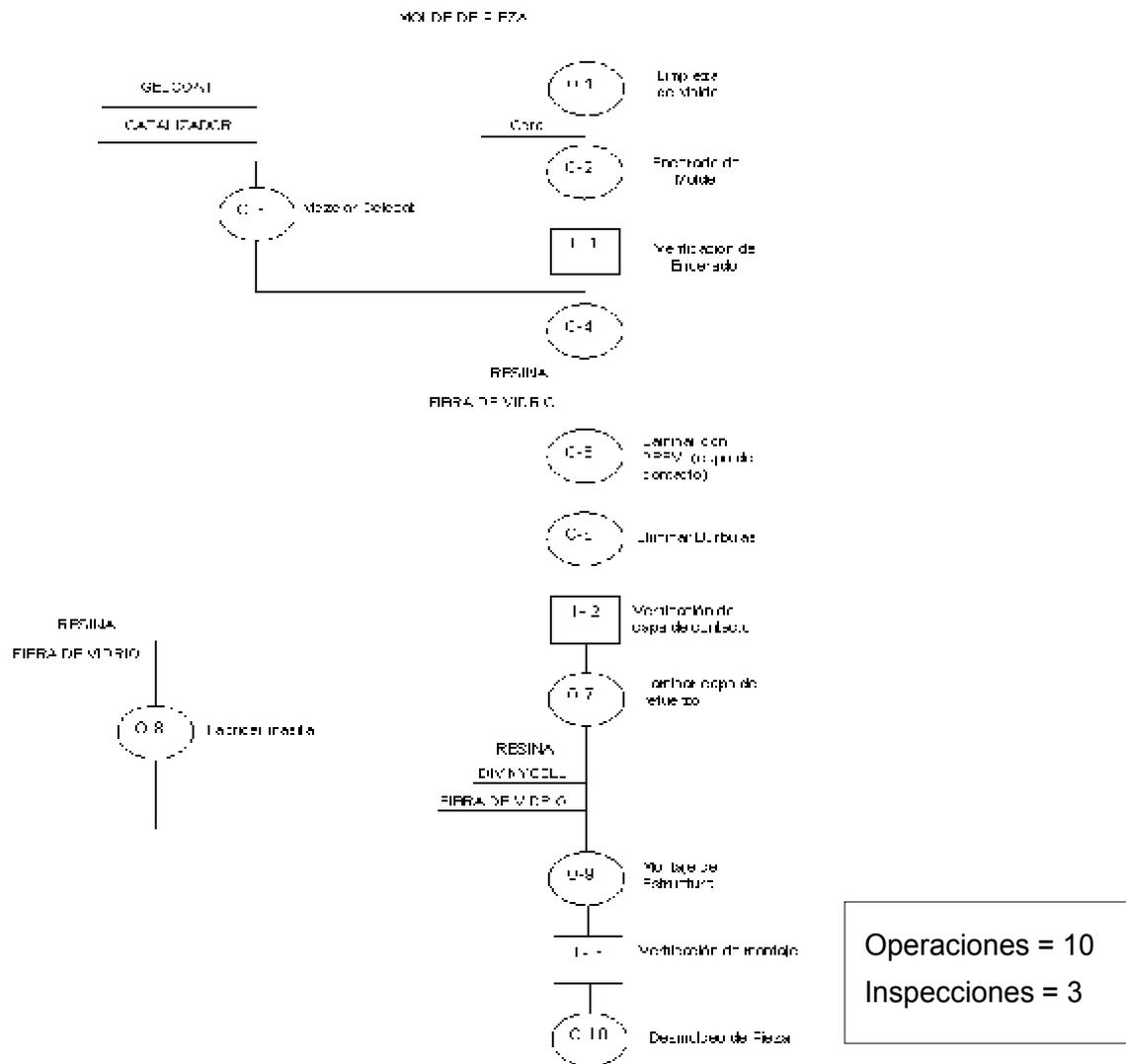
**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

## B. Construcción De Piezas.

- **Encerado de molde:** Se inicia con la limpieza del molde, luego se procede a encerar toda la superficie con una cera indicada para el molde (moldes nuevos < de 5 piezas). Se deben cumplir al pie de la letra las instrucciones del fabricante. Normalmente se aplican de 6 a 8 manos de cera para evitar que se quede alguna pequeña área sin encerar. El supervisor de la División verifica la correcta aplicación de la cera y da el visto bueno para pasar a pintura.
- **Aplicación De Gelcoat:** Se aplica con la pistola de alta presión el gelcoat del tipo y color especificado, catalizado según el instructivo del fabricante, empleando 600 gramos por metro cuadrado de superficie de molde. Según el tamaño de la pieza, el Supervisor de la División determina cual pistola de alta usar, asociada al método de mezcla del catalizador.
- **Aplicación De Capa De Contacto:** Cuando el gelcoat aplicado ha curado hasta tactosidad (al poner el dedo sobre la pintura este sale limpio) se procede a aplicar la capa de contacto en tela de fibra de vidrio tipo mat de 225-230 g/m<sup>2</sup> con resina para laminación manual, a toda la superficie pintada. Se debe tener especial cuidado en la eliminación total de burbujas de aire atrapadas, mediante pinchado con brocha y pasadas de rodillo. Esta aplicación es bajo el control directo del jefe de grupo.
- **Laminación De Refuerzo “Sólido O En Sanduche”:** Luego del curado de la capa de contacto, con un tiempo mínimo de 8 horas a temperatura del taller (de un día para otro, según el tamaño, normalmente para componentes mayores de embarcaciones), se continúa con el laminado de refuerzo especificado en la OT así como en el instructivo asociado (si existe). No se debe aplicar más de 3mm de una sola vez.
- **Montaje De Estructura:** Con el laminado curado, con dureza barcol de mínimo 40, se procede a montar la estructura especificada en la OT. Este trabajo es bajo el control directo del supervisor de la División.

- **Desmoldeo De La Pieza:** Con la pieza curada, con dureza barcol de mínimo 40, se procede a desmoldarla, empleando cuñas plásticas y/o madera, realizando esta labor con mucho cuidado con el fin de no deteriorar las pestañas del molde o rayarlo, ni a la misma pieza.
- **Método:** El flujograma de operaciones para este proceso se muestra en la figura 42.

**Figura 42.** Flujograma de operaciones para el proceso de construcción de piezas



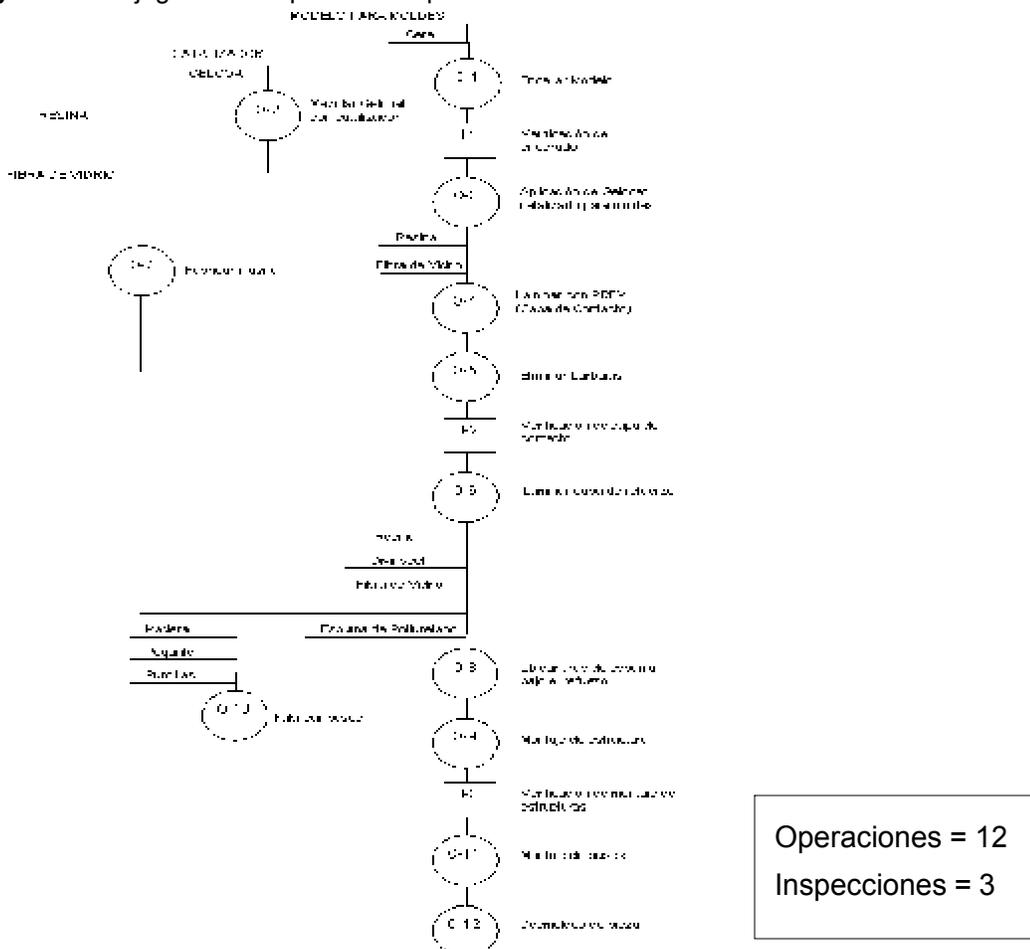
**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

### C. Construcción de moldes.

- **Encerado De Modelo:** Con base en el modelo listo se procede a encerar con una cera para moldes nuevos, toda la superficie. Se deben cumplir al pie de la letra las instrucciones del fabricante. Normalmente se aplican de 8 a 10 manos de cera para evitar que quede alguna pequeña área sin encerar. El Supervisor de la División verifica la correcta aplicación de la cera y da el visto bueno para pasar a pintura.
  
- **Aplicación De Gelcoat De Moldes:** Se aplica con pistola de alta presión el gelcoat de moldes, catalizado según el instructivo del fabricante, empleando 800 gramos por metro cuadrado de superficie de modelo. Se emplea “pote caliente” o sea catalizado en el recipiente.
  
- **Aplicación De Capa De Contacto:** Cuando el gelcoat aplicado ha curado hasta tactosidad (al poner el dedo sobre la pintura este sale limpio) se procede a aplicar la capa de contacto en tela de fibra de vidrio tipo mat de 225-230 g/m<sup>2</sup> con resina para laminación manual, a toda la superficie pintada. Se debe tener especial cuidado en la eliminación total de burbujas de aire atrapadas, mediante pinchado con brocha y pasadas de rodillo. Esta aplicación es bajo el control directo del Supervisor de la División.
  
- **Laminación de refuerzo:** Luego del curado de la capa de contacto, con un tiempo mínimo de 8 horas a temperatura del taller, se continúa con el laminado de refuerzo especificado en la OT. No se debe aplicar más de 3mm de una sola vez.
  
- **Montaje De Estructura:** Con el laminado del molde curado, con dureza Barcol de mínimo 40, se procede a montar la estructura de soporte y refuerzo especificada en la OT, teniendo la precaución de poner tiras de espuma de poliuretano bajo cada refuerzo para evitar marcar el molde. Este trabajo es bajo el control directo del Supervisor de la División.

- **Montaje De Sistema De Giro O Base:** Con la estructura montada y curada, con dureza Barcol de mínimo 40, se continúa con el montaje de las bases o sistema de giro (prefabricado) según el anexo técnico de la OT.
  
- **Desmoldeo de modelo:** Con el molde asegurado a su base o sistema de giro, se procede a desmoldar el modelo, empleando cuñas plásticas y de madera, realizando esta labor con mucho cuidado con el fin de no deteriorar las pestañas del molde o rayarlo.
  
- **Método:** El flujograma de operaciones para este proceso se muestra en la figura 43.

**Figura 43.** Flujograma de operaciones para la construcción de moldes

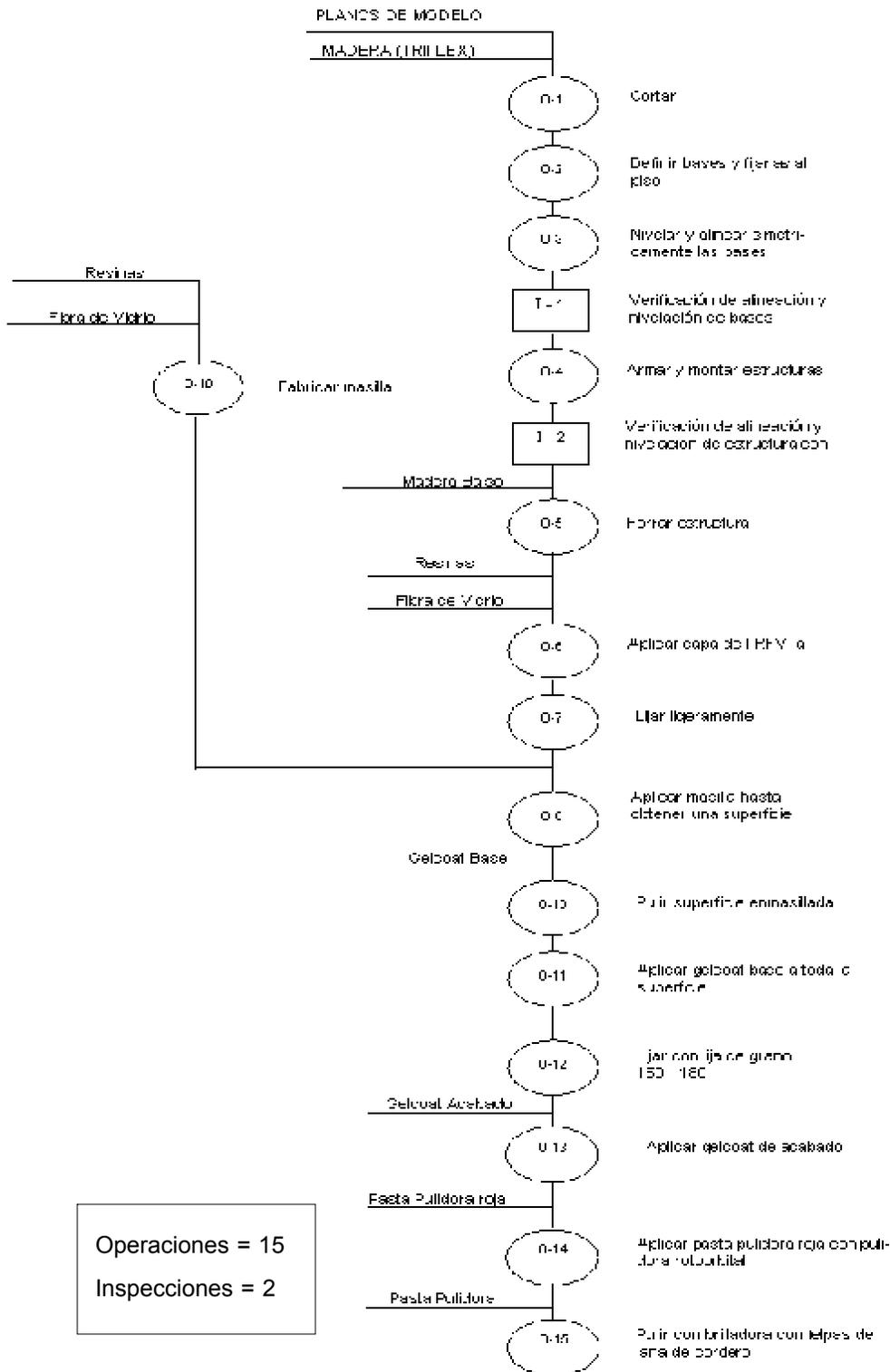


#### D. Construcción de modelos.

- **Diseño De Forma De Construcción:** Con base en el anexo técnico y según la complejidad de la pieza o embarcación, el jefe de la División con asesoría del Supervisor de la División establece si está en capacidad de diseñar el modelo o si se debe contratar un modelista externo. Si lo pueden hacer, se diseña la forma de construir el modelo y se pasan esquemas al carpintero modelista para iniciar la construcción.
- **Corte En Cnc Y Maquinas De Carpintería:** Con el diseño de la forma de construcción se corta la madera (triples) en las máquinas de carpintería y/o en la ruteadora CNC, en el caso de disponer de planos de formato DXF.
- **Fabricación E Instalación De Bases Modelo:** Con el diseño del modelo se procede a definir las bases (manera de soportarlo), sea en prefabricados de PRFV o soportes de madera (“burros”) existentes en la planta. Con las bases definidas, se establece el sitio de construcción en la zona de temperatura controlada, donde se fijan con masilla al piso, nivelando y alineando cuidadosamente en forma simétrica con respecto a la línea de centros del modelo. Se termina con la revisión de alineación y nivelación por parte del supervisor de la División.
- **Montaje De Estructura Y Forro En Madera:** Sobre las bases, se monta la estructura de soporte consistente en las estaciones y longitudinales suministradas en el plano de construcción de modelo. Una vez esta armada y asegurada a la base toda la estructura, el jefe y el supervisor de la División verifican la alineación con respecto a la línea de centros. Con la alineación verificada se procede a instalar el forro.
- **Recubrimiento En PRFV:** Con el modelo en madera terminado, se procede a aplicar una capa de PRFV, con tela tipo mat, a toda la superficie. El espesor es dado por el Supervisor de la División en función del tamaño del modelo y la continuidad del forro.

- **Masillado Y Pulido De Masillado:** Con el recubrimiento curado, se lija ligeramente, con tela esmeril de grano 80 - 100, toda la superficie y se procede a aplicar una capa de masilla (resina + microesferas de vidrio) a ras de la fibra. Luego se aplica más masilla de acuerdo con lo especificado por el modelista o el Supervisor de la División. Cuando se tiene una superficie homogénea se pule manualmente y a máquina hasta donde lo especifique el Modelista o Supervisor de la División.
  
- **Aplicación de gelcoat base, de acabado y pulido:** Con el modelo en la masilla lijada, se procede a aplicar una capa de gelcoat base a toda la superficie. El espesor es dado por el Modelista o Supervisor de la División en función de la calidad superficial. Luego de curado se lija a mano y máquina hasta un grano de lija 150-180, en esta etapa el modelo debe tener una superficie lisa sin irregularidades superiores a 0.5mm, continuado con la capa final de gelcoat de acabado.
  
- **Pulido Final Y Brillado:** El modelo pintado con el gelcoat de acabado se pule con lijadora rotoorbital, en pasos sucesivos de grano 180 a 400 (basto), 600 (comercial) hasta 1000 – 1200 (calidad tipo yate). Si es calidad tipo yate se continúa con el pulido final con pasta pulidora (rubbing compound) roja todo el modelo, terminando con pasta blanca, empleando máquina brilladora con felpas de lana de cordero.
  
- **Método:** El flujograma de operaciones para este proceso se muestra en la figura 44.

**Figura 44.** Flujoograma de operaciones para le proceso de construcción de moldes.



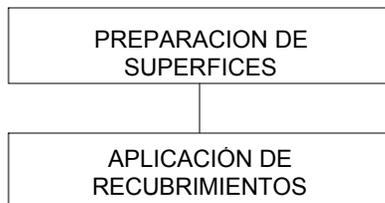
**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

- **Procedimientos por procesos para pinturas y Recubrimientos**

La división de Pinturas de COTECMAR PLANTA MAMONAL es la encargada de realizar los trabajos concernientes al mantenimiento del casco y superficies interiores del buque, mediante los procesos de preparación de superficies y aplicación de recubrimientos.

Los procedimientos para cada proceso se encuentran establecidos como se muestra en la figura 45.

**Figura 45.** Procesos de la Division de Pinturas y Recubrimientos.



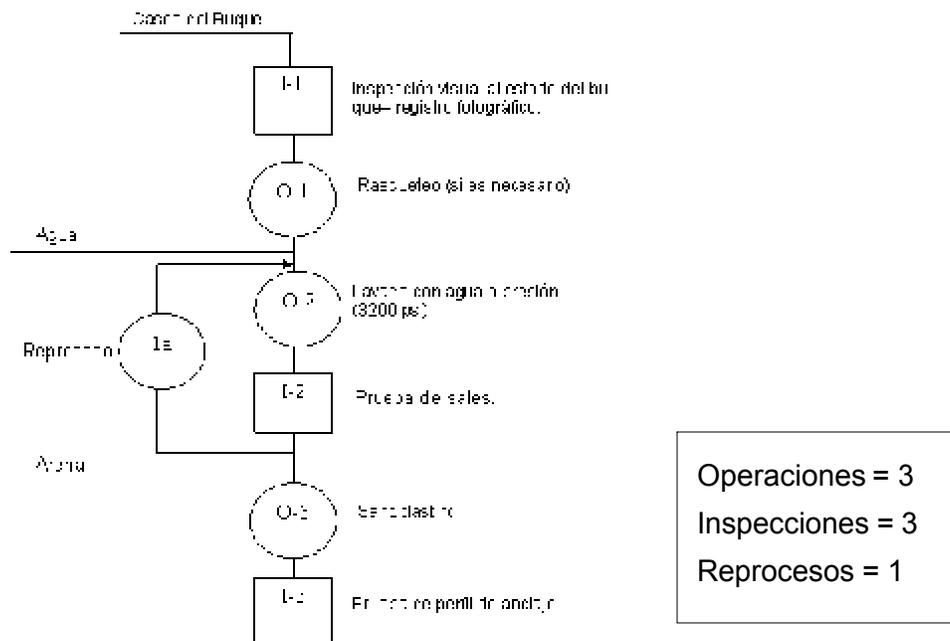
**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

#### **A) Preparación de Superficies.**

Este proceso inicia cuando el buque se encuentra en dique, se le realiza una inspección visual soportada de registros fotográficos para verificar el estado inicial del buque y así poder determinar que trabajos se van a realizar o se deben recomendar; luego de realizar la verificación anteriormente mencionada se procede a realizar los trabajos acordados con el cliente, iniciando por el rasqueteo (si es necesario), lavado con agua a una presión de 3200 psi, después de este proceso se realiza una prueba llamada prueba de sales solubles, si esta prueba arroja resultados negativos se procede a lavar nuevamente, posteriormente se realiza el sandblasting del grado requerido por el cliente, este proceso termina con la prueba de perfil de anclaje que se realiza para verificar que el casco tenga el perfil de anclaje adecuado para que la pintura tenga una adherencia optima.

- **Rasqueteo:** Este subproceso inicia cuando el buque se encuentra en dique y se han tomado los registros fotográficos necesarios para evaluar las condiciones iniciales del buque, consiste en raspar manualmente las incrustaciones marinas adheridas en la superficie del casco de la embarcación, con el fin de que el casco quede en condiciones óptimas para realizar el proceso de lavado con agua a presión.
- **Lavado a Presión:** Inicia tan pronto termina la inspección visual del rasqueteo por parte del supervisor y consiste en ejecutar el lavado mediante la aplicación del chorro de agua a presión sobre la superficie del casco del buque, mediante maquinas de lavado, esto se hace con el fin de que el casco quede libre de sales evitando así focos corrosivos.
- **Sandblasting:** Se ejecuta el sandblasting de acuerdo al grado de sandblasting requerido por el cliente (Brush Off, comercial, metal casi blanco o metal blanco), esta actividad Inicia cuando la arena es llevada a la tolva receptora en donde la arena baja por gravedad hasta el recipiente, posteriormente se le inyecta aire a presión en la salida del recipiente la cual debe ser un poco menor de los 110 psi debido a perdidas por fricción y finalmente transportadas a través de las mangueras, este procedimiento se realiza colocando la manguera a 25 cm aproximadamente para que se pueda cumplir el objetivo que es el de retirar la pintura y la corrosión del casco
- **Método:** El flujograma de operaciones para este proceso se muestra en la figura 46.

**Figura 46.** Flujograma de operaciones para el proceso de preparación de superficies.



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

### **B) Aplicación De Recubrimientos:**

Este proceso inicia tomando las condiciones ambientales para determinar si son las optimas para realizar la aplicación de recubrimientos, una vez verificadas las condiciones se determina si son las adecuadas para la aplicación del recubrimiento, de no ser así se siguen tomando hasta que existan las condiciones adecuadas y se procede a aplicar la primera capa de pintura (primer), luego se realizan pruebas de espesor de película húmeda, película seca y adherencia; y se sigue el mismo procedimiento para todas las aplicaciones de recubrimientos restantes (intermedia, Antifouling (obra viva) y acabado (obra muerta)) y finalmente se realiza la aplicación de otras pinturas.

- **Aplicación de Esquema de pintura:** Antes de realizar con el esquema de pinturas se debe hacer el seguimiento de condiciones ambientales, para esto se hace necesario el uso de un termómetro de contacto que indica la humedad relativa, temperatura ambiente, punto de rocío o de condensación y temperatura

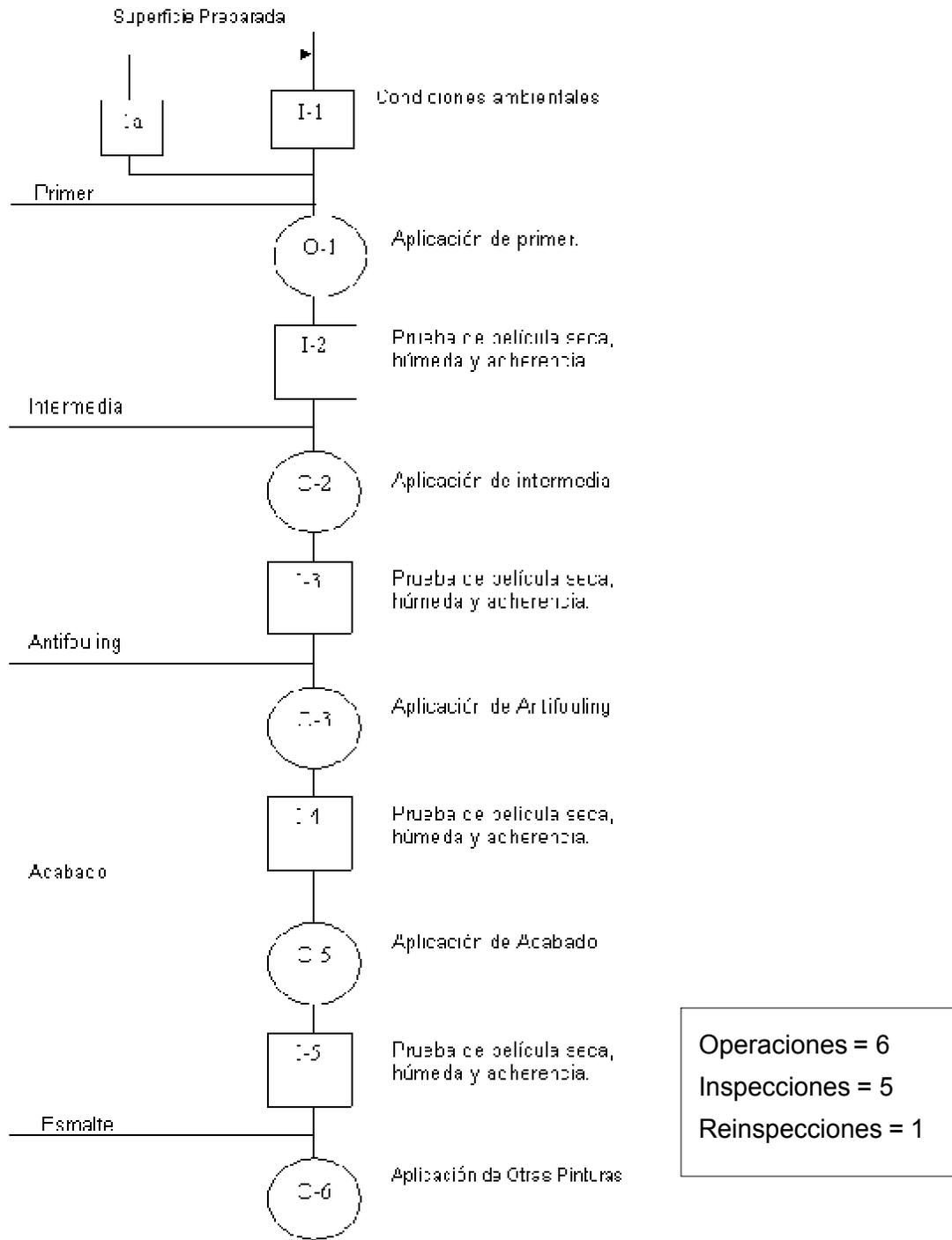
de la superficie, Se debe verificar que la humedad relativa sea menor al 85% o la indicada en la ficha técnica del recubrimiento a aplicar y que exista una diferencia mínima de 3°C entre la temperatura de la superficie y el punto de rocío (temperatura de rocío < temperatura de superficie). Si las mediciones realizadas cumplen con las definidas por el proveedor de recubrimientos, se procede a la aplicación del recubrimiento; pero si las mediciones realizadas, no cumplen con las definidas por el proveedor se procede a repetir el procedimiento hasta que las condiciones sean las adecuadas.

Ya habiendo hecho el seguimiento de las condiciones ambientales y verificar que sean las adecuadas se inicia la aplicación de recubrimientos que inicia con la aplicación del anticorrosivo que es el encargado de evitar que el casco sufra focos corrosivos, luego se le aplica la capa intermedia, finalmente el acabado, este ultimo solo se le aplica a la obra muerta, para la obra viva se utiliza el antifouling que consiste en proteger la obra viva de las incrustaciones marinas.

Finalmente se procede a la aplicación de otras pinturas, que consiste en pintar las marcas distintivas del buque, tales como la marca plimsoll que es una demarcación grabada en alto relieve, indicando en ambos costados la máxima carga del buque para efectos de navegación, por lo general esta marca viene impresa en alto relieve sobre el casco. El oficial de recubrimientos procede a pintar con un pincel o una brocha y pintura de tipo esmalte (Definida por el supervisor), el grabado en alto relieve, indicados por ambos costados de la unidad, hasta dejar demarcadas todas las líneas y logotipos; los números de calado que sirven para analizar la posición del buque con relación a la proa y popa para que exista incidencia entre los dos; nombre de la unidad y puerto de registro, para la pintura de la unidad y el puerto, biselado de la línea de flotación la línea de flotación está determinada en el casco del buque por marcas visibles en alto relieve.

- **Método:** El flujograma de operaciones para este proceso se muestra en la figura 47.

**Figura 47.** Flujoograma de operaciones para el proceso de aplicación de recubrimientos.



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Adicionalmente se efectuó un análisis relacionado con la seguridad industrial en la ejecución de los procesos de las divisiones objeto de estudio teniendo en cuenta que las condiciones de trabajo juegan un papel primordial en el desempeño de las actividades que realiza el trabajador, debido a que estas influyen tanto psicológica como físicamente, y pueden poner en peligro su integridad.

Cuando las condiciones de trabajo, no son adecuadas o no se cuenta con la protección correspondiente que se requiere en la actividad, se puede generar las siguientes consecuencias:

- a. Aumento de la fatiga
- b. Aumento de los accidentes de trabajo
- c. Aumento de las enfermedades profesionales
- d. Disminución del rendimiento
- e. Aumento de la tensión nerviosa
- f. Disminución de la Producción
- g. Insatisfacción y desinterés en el trabajo, etc.

En la división de pinturas se realizan trabajos en altura, y para esto se deben utilizar unas herramientas para facilitar la adecuada ejecución de los trabajos entre los cuales cabe mencionar los andamios en buen estado, utilización de elementos de protección personal (gafas, guantes, mascarar, cascos, líneas de vida), entre otros.

#### • **Temperatura**

La temperatura es de mucha importancia el rendimiento, bienestar y seguridad de los trabajadores debido a que el calor excesivo produce indudablemente fatiga, y por ende un tiempo de recuperación de los operarios más largo que si estuviera trabajando a condiciones normales.

Existen unas condiciones óptimas de temperatura para las cuales se manejan unas escalas que determinan cual es el rendimiento que pueden dar los operarios a diferentes grados de temperatura, la escala se muestra a continuación:

- a) A 10°C aparece el agotamiento físico de las extremidades.
- b) A 18°C son óptimos.
- c) A 24°C aparece la fatiga física.
- d) A 30°C se pierde agilidad y rapidez mental, las respuestas se hacen lentas y aparecen los errores.
- e) A 50°C son tolerables una hora con la limitación anterior
- f) A 70°C son tolerables media hora, pero está muy por encima de la posibilidad de actividad física o mental.

En la división de pinturas existen varias actividades en las cuales se trabaja a temperaturas no muy optimas como por ejemplo en la aplicación de pinturas en los tanques de combustible y de lastre o en los pañoles de cadena y por ende se hace necesario el uso de extractores y ventiladores que mantengan el lugar de trabajo en condiciones optimas; actualmente en la división se están cumpliendo con todos los requisitos ya que se están utilizando los extractores y ventiladores en el momento en que se están realizando este tipo de trabajos.

#### • Ruido

Por otra parte tenemos lo referente al ruido, básicamente se presenta en lugares en donde se presentan mucha maquinaria, y en donde se realicen trabajos que requieran de golpear excesivamente para retirar algún tipo de objeto.

De la misma manera que para la temperatura, para el ruido también se tienen unas escalas de decibeles permitidos para el oído, los cuales garantizan el correcto desarrollo de las operaciones realizadas por los operarios.

El ruido excesivo y en un periodo de exposición bastante prolongado puede causar los siguientes efectos en los seres humanos:

- a) Efectos patológicos
- b) Fatiga
- c) Estados de confusión, efectos psicológicos

- d) Que el trabajador no perciba un peligro inminente

Vale hacer la salvedad que no todos los organismos son iguales y probablemente algunos tendrán más tolerancia a los ruidos que otros.

En la división de pinturas se realizan trabajos en donde se maneja un nivel de ruido bastante elevado y por consiguiente los operarios hacen uso de protección auditiva, estos trabajos son:

- a) El Piqueteo a las tapas Mc Gregor.
- b) Sandblasting.

- **Iluminación**

En cuanto a la iluminación hay que decir que todos los trabajos que se realizan en el campo necesitan de la vista, por esta razón se debe tener cuidado en el momento en que se esté trabajando ya que si se esfuerza la vista en tiempos muy prolongados posiblemente se presenten daños en los músculos de los ojos debido al constante esfuerzo al que se encuentran sometidos, por todo lo anterior es conveniente la utilización de la iluminación en los diferentes lugares de trabajo en donde se necesiten ya que esta disminuye la fatiga visual, irritación mental y la inseguridad en los movimientos de los operarios y además hace el sitio de trabajo más agradable.

Actualmente se maneja estándares de luminosidad en cuanto a la luz solar:

- a) Que sea suficiente en relación con la superficie del local
- b) Que no provoque deslumbramiento ni contrastes marcados en las sombras, a fin de evitarlo se acostumbra recurrir a la orientación de locales.

Y en cuanto a la luz artificial también se manejan unos estándares los cuales se muestran a continuación:

- a) Recinto destinado sólo a estancia orientada (60 Lux)

- b) Trabajos en los que el ojo debe percibir grandes detalles con elevados contrastes (120 – 250 Lux)
- c) Actividades que hacen necesario el reconocer detalles con reducidos contrastes (500 – 700 Lux )
- d) Trabajos de precisión que requieren un reconocimiento de detalles muy precisos con unos contrastes muy reducidos(1000 – 5100 Lux)
- e) Trabajos de precisión que requieren un reconocimiento de detalles muy precisos con unos7 contrastes muy reducidos (2000 – 3000 Lux)
- f) Casos especiales en los que el trabajo por realizar impone altas exigencias, poco corrientes a la intensidad de iluminación: por ejemplo, iluminación de un campo de operaciones clínicas (5000 Lux o más)

En esta división se están cumpliendo con los estándares de trabajo en lo referente a iluminación más que todo en la noche, se está usando reflectores halogenados para iluminar el lugar de trabajo lo cual cumple con los estándares necesarios para poder operar en el campo.

#### • Ventilación

En este punto se muestra la importancia de trabajar en lugares ventilados ya que el calor que se genera en ciertos ambientes de trabajo puede que alcance temperaturas muy elevadas lo que provoca un desgaste en los operarios debido a que el aire se torna muy pesado ya que no hay una renovación del mismo.

Este punto se hace muy importante ya que los operarios necesitan tener la cantidad de aire necesaria para poder trabajar en recintos confinados, por esta razón se hace necesario el uso de ventiladores y extractores para poder renovar el aire para que el operador que se encuentre trabajando pueda respirar satisfactoriamente.

En la división de pinturas se realizan algunos trabajos en lugares confinados los cuales necesitan obligatoriamente de algún tipo de ventilación y además de extractores de aire para facilitar la respiración de los operarios ya que de otra manera si las condiciones no

son las más óptimas el operador podría sufrir de algún tipo de complicación a largo plazo. En la división de pintura si se esta regulando lo referente a la ventilación ya que en muchas embarcaciones se le realiza un mantenimiento a los tanques de combustible y a los de lastre los cuales son recintos confinados en donde puede que contengan olores tales como combustible, y si se está aplicando pinturas también se debe tener cuidado ya que estar expuestos a los olores de ciertos químicos podrían causar efectos nocivos para el operario y en donde se pueden manejar temperaturas muy elevadas debido a que las laminas de metal a ciertas horas del día y se presenta una alza de temperaturas bastante considerable por lo que se hace necesario tener ventiladores y extractores.

**2.4.4.5 Variable Management:** Para el estudio de esta variable se tomo como base la cultura organizacional de la Corporación, su misión su visión y objetivos, así como la comunicación existente en cada una de las divisiones y entre ellas.

Como parte fundamental dentro de la cultura organizacional están los valores y principios permitiendo que el trabajo se dignifique y busca el desarrollo integral de la persona, al igual que en el resto de la corporación las áreas productivas objeto de estudio se rigen por los siguientes valores:

- Honestidad
- Respeto
- Responsabilidad
- Trabajo en Equipo
- Honradez
- Eficiencia
- Disciplina

La cultura organizacional busca que:

- a) “Todos en la empresa, no importa su jerarquía o lugar en la estructura, cumplan con sus promesas explícitas e implícitas, tanto a sus clientes internos como externos.
- b) Que la empresa y sus personeros siempre y sin excepción operen con honestidad e integridad.
- c) Que las personas que tratan con la empresa sean siempre tratadas con respeto y consideración extrema, sin discriminar ni importar quién sea: empleado o cliente interno, asociado formal o informal de negocios, proveedor, corredor, vendedor, cliente ocasional o habitual, cliente rentable o no rentable, cliente pequeño o grande, en fin, cualquier interlocutor directo o indirecto de la empresa.
- d) Que la empresa y sus personeros sean todos visible y destacadamente respetuosos del medio ambiente y de la comunidad circundante, no sólo evitando sino promoviendo proactivamente que no haya desperdicios ni se desaprovechen oportunidades para generar productos y servicios útiles para la comunidad; y, al mismo tiempo, que los desperdicios inevitables y no reciclables, sean todos dispuestos responsablemente, sin perjuicio real o aparente a la comunidad que nos rodea.
- e) Que todos sus productos y servicios funcionen desde el primer intento, y que, desde ese primer intento, cumplan plenamente con la función para la que existen o fueron diseñados, sin inconvenientes de naturaleza alguna para sus compradores.
- f) Que los productos y servicios, sin excepciones, se entreguen dentro de los tiempos y formas estipulados; o que, si esto fuera totalmente imposible por cualquier razón, que el comprador o destinatario del servicio sea notificado en tiempo y forma, con suficiente anticipación, y con todas las justificaciones que fueran del caso”<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Tomado de la pagina web <http://www.monografias.com/trabajos33/cultura-organizacional/cultura-rganizacional.shtml>

“Una empresa con una cultura basada en el conocimiento se caracteriza por:

- El trabajo en equipo.
- El liderazgo compartido.
- La comunicación afectiva.
- El autoaprendizaje.
- La experiencia.
- El desarrollo de capacidades de aprendizaje y habilidades.
- El fomentar la creación de nuevos conocimientos.
- La inversión en capacitación, tecnología e infraestructura.
- El aumento de la competitividad presente y futura.
- El aumento del rendimiento productivo.
- El logro de mayor posicionamiento según su línea de negocio.
- La búsqueda constante del talento humano.
- La promoción de organizaciones flexibles y adaptables a los cambios.
- La ética y los valores.
- La implementación de sistemas de incentivos y recompensas en función de los aportes hechos a la organización.
- La socialización.”<sup>13</sup>

Para efectos de desarrollar el estudio correspondiente al management dentro de este proyecto de investigación realizado a la gestión de los procesos productivos de las divisiones de materiales compuestos y pinturas del departamento de producción de Cotecmar se llevo a cabo un sondeo a los trabajadores de las áreas objeto de estudio para saber como se manejan las relaciones laborales dentro de las divisiones y determinar si hay una buena comunicación entre las personas que allí laboran.

El sondeo se realizo tanto a operarios, supervisores y jefes de division por lo que se realizaron diferentes preguntas a cada grupo.

---

<sup>13</sup> Tomado de la página Web. [http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16\\_3\\_07/aci08907.html](http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol16_3_07/aci08907.html)

Las preguntas que a continuación se presentan fueron realizadas a los operarios de cada una de las divisiones objeto de estudio.

Califique de 1 a 3, Siendo:

1 Malo

2 Aceptable

3 Bueno

1. ¿Cómo es su relación con el jefe de la División, supervisores y sus compañeros de trabajo?
2. ¿Cómo es el ambiente laboral dentro de la Corporación?
3. ¿Recibe capacitaciones relacionadas con su trabajo?

Las preguntas que a continuación se presentan fueron realizadas a los operarios de cada una de las divisiones objeto de estudio.

1. ¿Cómo es la relación con el Jefe de Departamento- el jefe de la División - supervisores?
2. ¿Cómo es el ambiente laboral dentro de la Corporación?
3. ¿Recibe capacitaciones relacionadas con su trabajo?

De las preguntas anteriormente citadas se obtuvo la siguiente información.

➤ **División de Materiales Compuestos:**

- **Operarios**

- a) El puntaje obtenido en la pregunta que tiene que ver con la relación de los operarios y el Jefe de la División fue de 2 enmarcándola en una relación aceptable ya que el jefe de la división es militar existen choques entre la cultura militar y el personal civil, sin embargo existe mucho respeto por parte de los operarios y se acatan las ordenes impartidas por el Jefe.

- b) En cuanto a la relación Operario – Supervisor el puntaje fue de 3 enmarcándola en una relación buena ya se maneja mucha cordialidad y respeto, además se siguen los lineamientos dados por el supervisor y los operarios se sienten escuchados por parte del supervisor.
  - c) En cuanto a la relación operario – operario se obtuvo un puntaje de 3 enmarcándola en una relación buena debido a que existe compañerismo y trabajo en equipo lo que facilita un buen ambiente laboral.
  - d) En cuanto al ambiente laboral se obtuvo un puntaje de 2 enmarcándolo en un ambiente aceptable, debido a que la corporación es manejada bajo la cultura militar existen muchos choques e inconformismos por parte del personal civil en cuanto al trato.
  - e) En lo referente a las capacitaciones los operarios respondieron que si se reciben capacitaciones acorde al trabajo realizado lo que los ayuda a estar actualizados en cuanto a técnicas y procedimientos que faciliten la ejecución de los trabajos.
- **Jefe de División y Supervisores**
    - a) El puntaje obtenido en la pregunta que tiene que ver con la relación del jefe de la división y el jefe del departamento de producción el puntaje que se obtuvo fue de 3 enmarcándola en una relación buena, ya que existe una buena comunicación y respeto entre estas personas.
    - b) En cuanto a la relación Jefe de División – Supervisores y viceversa se obtuvo un puntaje de 3 enmarcándola en una relación buena, existe colaboración en ambas partes al momento de ejecutar los proyectos propios de la división y se escuchan sugerencias al momento de tomar decisiones o realizar actividades propias de la división.

- c) En cuanto al ambiente laboral se obtuvo un puntaje de 3 enmarcándolo en un ambiente bueno, debido a que el jefe de la división es militar y como se dijo anteriormente la cultura de la corporación también lo es, se siente identificado y por ende no existen choques.
- d) En lo referente a las capacitaciones el jefe y el supervisor respondieron que si se reciben capacitaciones acorde al trabajo realizado lo que los ayuda a estar actualizados en cuanto a técnicas y procedimientos que faciliten la ejecución de los trabajos.

➤ **División de Pinturas y Recubrimientos:**

- **Operarios**

- a) El puntaje obtenido en la pregunta que tiene que ver con la relación de los operarios, el Jefe de la División y los supervisores fue de 3 enmarcándola en una relación buena, ya que existe una buena comunicación entre el jefe, los supervisores y los operarios lo que lo que motiva a los trabajadores para hacer las cosas mejor y ayuda a tener un ambiente laboral favorable, haciéndolos sentir satisfechos con su trabajo y valorando sus logros en las actividades realizadas.
- b) En cuanto al ambiente laboral se obtuvo un puntaje de 2 enmarcándolo en un ambiente aceptable, debido a que la corporación es manejada bajo la cultura militar existen muchos choques e inconformismos por parte del personal civil en cuanto al trato.
- c) En lo referente a las capacitaciones los operarios respondieron que si se reciben capacitaciones acorde al trabajo realizado lo que los ayuda a estar actualizados en cuanto a técnicas y procedimientos que faciliten la ejecución de los trabajos.

- **Jefe de División y Supervisores**

- a) El puntaje obtenido en la pregunta que tiene que ver con la relación del jefe de la división y el jefe del departamento de producción el puntaje que se obtuvo fue de 2 enmarcándola en una relación aceptable, debido a que el Jefe del Departamento de producción es militar existen choques entre el jefe de la división que es civil, existe además mucha presión en cuanto a la ejecución de los proyectos lo que genera un ambiente tensionante.
- b) En cuanto a la relación Jefe de División – Supervisores y viceversa se obtuvo un puntaje de 3 enmarcándola en una relación buena, existe colaboración en ambas partes al momento de ejecutar los proyectos propios de la división y se escuchan sugerencias al momento de tomar decisiones o realizar actividades propias de la división.
- c) En cuanto al ambiente laboral se obtuvo un puntaje de 2 enmarcándolo en un ambiente aceptable, debido a la presión que existe por parte de los directivos para con los jefes de la división lo que genera un ambiente de trabajo bajo presión.
- d) En lo referente a las capacitaciones el jefe y el supervisor respondieron que si se reciben capacitaciones acorde al trabajo realizado lo que los lo que permite que estén en un aprendizaje constante y de esta forma poner en práctica lo aprendido para mejorar su trabajo.

**2.4.4.6. Variable Medios Logísticos:** Se conoce que históricamente las empresas industriales han adoptado un organigrama funcional (producción, comercial y finanzas), apoyados por grupos técnicos y coordinativos. Se puede decir que los medios logísticos son la interrelación que existe entre cada una de estas áreas, o como el puente funcional que provee la coordinación y el movimiento físico en la ejecución de los procesos productivos.

En la Logística interna de una organización se pueden estudiar varios aspectos, en este

caso particular se mirara el Diseño y Distribución de la Planta, el Transporte Interno y la Disposición de Bodegas y Zonas de Almacenamiento.

El Diseño y Distribución de la Planta debe hacerse de acuerdo al tipo de procesos que se desarrollen (procesos intermitentes, en línea, o por proyectos).

- **“Distribución de los Procesos Intermitentes:** Las operaciones intermitentes presentan un verdadero desafío en el problema de la distribución, debido a que el arreglo físico de los departamentos o actividades de procesamiento debe determinarse de manera tal que satisfagan ciertos criterios dentro de limitaciones físicas, (criterio de decisión cuantitativa y criterios cualitativos).
- **Distribución de los Procesos en Línea:** La distribución de los procesos en línea difiere de los procesos intermitentes, debido a que la dirección de flujo del producto esta definida previamente. El arreglo físico de las instalaciones de procesamiento es impuesto en los flujos lineales por la tecnología del producto, puesto que éste se fabrica secuencialmente de un paso al siguiente a lo largo de una línea de flujo. Aunque la distribución de los flujos de línea no afecta la dirección de flujo del producto, si afecta la eficiencia de la línea y la asignación de operaciones a los puestos asignados a los trabajadores.
- **Distribución por proyectos:** En este tipo de distribución los proyectos son actividades que se realizan una sola vez y que ofrecen un producto único, sin embargo, se pueden realizar proyectos similares en el mismo lugar. La distribución de la planta en estos casos depende mucho de la precedencia u ordenamiento tecnológico y la programación del proyecto, puesto que éstos determinan el orden en que se utilizan los materiales y las habilidades. Se describió un principio de círculos concéntricos para la manufactura en ubicación fija y la construcción en el mismo paso en donde el producto se encuentra en el centro y el material con alto nivel de uso se coloca en los círculos internos mientras que los materiales con menor nivel de uso se colocan en los círculos externos. Muchas decisiones de distribución tienen efectos a largo plazo que no se pueden revertir con facilidad. Estas decisiones determinan la eficiencia de las operaciones, así como el diseño

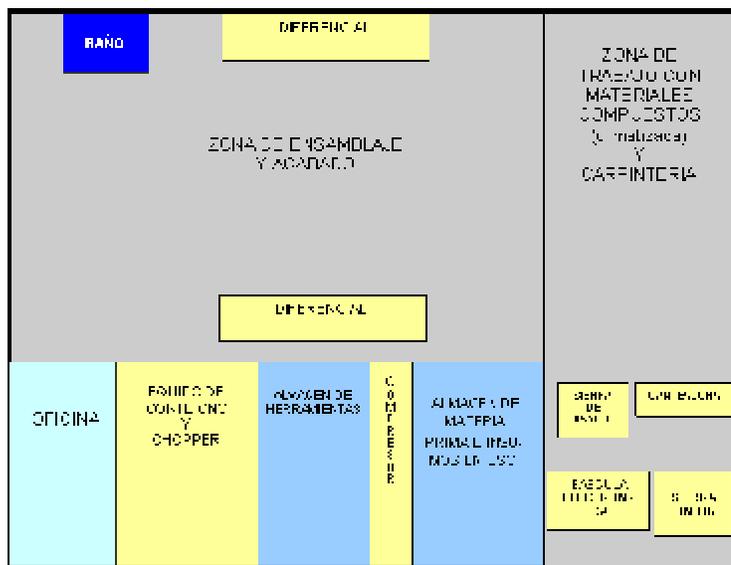
de los puestos, por lo tanto, resulta importante mejorar la práctica del diseño utilizando los mejores enfoques disponibles”<sup>14</sup>.

Aplicando estas bases conceptuales se analizaron los medios logísticos para los implementados el diseño y distribución de planta, transporte interno, disposición de bodegas y zonas de almacenamiento, de donde se obtuvo la siguiente información:

➤ **División de Materiales Compuestos**

El taller de Materiales Compuestos esta diseñado con una distribución de planta por proyectos, debido a que el tipo de procesos que en éste se desarrollan lo enmarca dentro de este tipo de distribución. Se encuentra establecido en una edificación con un área de 18m x 24m, distribuido como se muestra en la Figura 48.

**Figura 48.** Distribución del taller de materiales compuestos.



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

- Una oficina donde se planea y coordinan los proyectos a ejecutar.
- Un área destinada para realizar actividades con la herramienta robótica de corte.

<sup>14</sup> Tomado de <http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger1/distriplantacar.htm>

- Un almacén de herramientas y equipos menores.
- Un cuarto para el compresor de alta presión, con entrada de aire puro para operación y ventilación.
- Un almacén para la materia prima y los insumos que se estén utilizando en la ejecución de un proyecto.
- Un área destinada para los trabajos de carpintería y para realizar las actividades de pintura con gelcoat, aplicación de resinas y laminación.
- Un área destinada para el ensamble y acabados de piezas construidas.
- Un baño para aseo personal.

En cuanto al transporte o movimiento de los modelos, los moldes y las piezas grandes o pesadas dentro del taller de Materiales Compuestos, específicamente en la zona de ensamble y acabado, se realiza utilizando dos (2) polipastos con diferenciales eléctricos de cadena como se muestra en la Figura 49 los cuales tienen una capacidad de carga de dos (2) Tn. Y una altura máxima de 5 m. Lo que hace posible realizar estas labores en cortos periodos de tiempo. En la eventualidad en que se necesite desplazar modelos, moldes o piezas de una zona a otra dentro del taller se utilizan unas bases metálicas con rodachinas.

**Figura 49.** Polipasto con diferencial de cadena.



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

El sitio donde se almacena la materia prima y los insumos utilizados en la División es el Almacén general de la corporación sin embargo una vez se pone en marcha un proyecto,

se retiran los materiales e insumos requeridos para la ejecución de éste y se resguarda en el área de almacenamiento de 5.62m x 4m destinada para almacenar la materia prima e insumos utilizados durante la ejecución de un proyecto, localizado dentro del taller de Materiales Compuestos.

El almacenamiento de productos en proceso y de productos terminados se da dentro de las instalaciones del taller de Materiales Compuestos en el área destinada para ensamble y acabado hasta la terminación del proyecto y entrega del producto terminado al cliente.

Los procesos de recubrimiento de ejes en Materiales Compuestos se realizan en las instalaciones del taller de la División de Mecánica, y hasta allá se desplazan los materiales e insumos requeridos con una carretilla.

#### ➤ **División de Pinturas y Recubrimientos**

Se analizó la organización física, tales como la oficina, almacén de pinturas y zona de *sandblasting*, ya que si dicha distribución se realiza de manera satisfactoria se consigue un mayor rendimiento en cuanto a los tiempos de ejecución de los mismos debido a que se optimizan las distancias que se recorren para buscar los equipos, herramientas y materia prima.

Para realizar una correcta distribución de la planta se debe cumplir con unos requisitos básicos que son:

- Principio de la mínima distancia recorrida
- Principio de la circulación o flujo de materiales
- Principio de la satisfacción y de la seguridad

Para poder analizar si se tiene una correcta distribución de los lugares de trabajo de la división de pinturas se deben tener en cuenta los principios mencionados anteriormente.

En cuanto al principio de la “mínima distancia recorrida” para las zonas de trabajo en la división de pinturas se recorren distancias considerables esto se debe a que algunos trabajos como sandblasting y aplicación de recubrimientos, desprenden muchas partículas trayendo como consecuencia interrupciones en otros trabajos.

Por otra parte tenemos el principio de “circulación o flujo de materiales”, en cuanto a este punto podemos decir que en la División Pinturas las herramientas se encuentran en la zona más óptima debido a que están en lugar más cercano de cualquiera de los sitios de trabajo a pesar de que no este a las cercanías de la oficina de la división; en lo referente a la materia prima normalmente en cuanto a la pintura los clientes tienen sus propios galones de pinturas guardados en la embarcación y la única manera de que se tenga pintura almacenada es que los clientes soliciten el esquema homologado por el astillero, en este caso se solicitan al proveedor y se almacenan en el “almacén general” de la planta lo que quiere decir que la división no maneja la parte de almacenamiento de las pinturas, en cuanto a la arena utilizada para el proceso de sandblasting se almacena en los contenedores que se encuentran cerca de la zona de sandblasting lo cual facilita el traslado de los materiales y por esta razón se considera que se encuentran en el lugar adecuado, cabe hacer la salvedad que de esto se encarga directamente el almacén general de la planta.

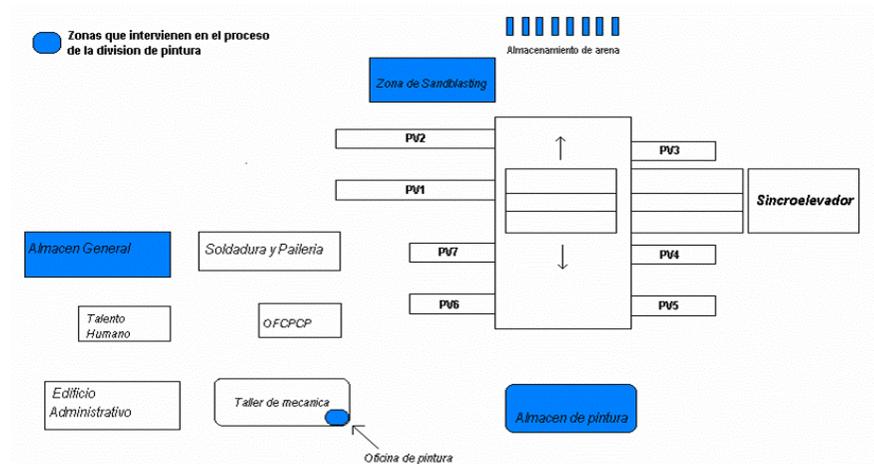
En lo concerniente al principio de la “satisfacción y de la seguridad” hay que enfocarse en la materia prima y en las herramientas que se utilizan para la ejecución de los procesos de la división; como primer punto tenemos la materias primas tales como la arena y la pintura; en cuanto a la arena esta se debe tener almacenada en los contenedores con el fin de que no haya derrame de la misma y de esta manera no se desperdicie, para evitar solicitar mas de lo necesario debido a que esto genera un costo mayor; por otra parte la pintura se debe almacenar en lugares frescos y además donde no sufra de ningún tipo de golpes lo cuales pueden afectar el estado de la pintura, por esta razón esta se almacena en el “almacén general” ya que es ahí donde la pintura se encuentra segura de cualquier tipo de eventualidades.

En lo referente a las herramientas, se considera que se encuentran ubicadas en el sitio más satisfactorio ya se puede monitorear cada uno de los equipos que en esta se encuentran debido a que estos tienen que cumplir con las condiciones ideales de funcionamiento y estándares de calidad, que garanticen una mejor eficiencia en la realización de los procesos.

El tipo de distribución usada en la división de pinturas es la distribución por posición fija que consiste en que el material o el componente permanecen en lugar fijo. Todas las herramientas, maquinaria, hombres y otras piezas del material concurren a ella; los trabajos realizados en esta división se ejecutan en las posiciones de varada, es por esto que para el transporte de la maquinaria y herramientas en muchos casos se necesita de la ayuda de equipos rodantes para poder transportar de un lugar a otro maquinarias tales como las tolvas o materiales tales como la arena.

A continuación en la Figura 50 se presenta la distribución de la Division de Pinturas.

**Figura 50.** Distribución Division pinturas.



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

#### **2.4.4.7 Variable Medición, Seguimiento Y Control**

La productividad es una “medida” corriente de qué tan bien esta utilizando sus recursos una industria o empresa. Esta es una medida relativa, es decir para ser significativa, tiene que compararse con algo más, estas comparaciones pueden hacerse de dos maneras. Por un lado una empresa puede compararse a sí misma con empresas similares en la industria, o puede utilizar datos de la industria cuando éstos existen.

Otro método consiste en medir la productividad a lo largo del tiempo en el mismo proceso. En este caso se compararían la productividad en un periodo con la productividad en un siguiente periodo.

El control de las variables del proceso se puede realizar mediante diversos métodos, uno de estos métodos es el control estadístico de calidad, el cual se puede dividir en muestreo de aceptación y control del proceso.

El seguimiento debe realizársele al producto o servicio prestado en todas y cada una de las etapas del proceso con una periodicidad establecida previamente, tomando como referencia la programación que se halla realizado del proyecto, esto con la finalidad de verificar que todas las actividades productivas se cumplan según lo especificado en el manual de procedimientos, que los recursos sean utilizados de manera óptima y el tiempo de ejecución del proyecto no presente desviaciones.

Este seguimiento nos permite identificar las desviaciones que se presenten y tomar acciones correctivas mediante las herramientas de control que se encuentren implementadas.

Teniendo en cuenta estas bases documentales, se analizara y se emitirá un diagnostico a cerca de la medición, control y seguimiento realizado a los proyectos en la oficina de Programación y Control de la Producción (CPCP) y específicamente a los ejecutados por la División de Materiales Compuestos y Pinturas de COTECMAR.

Para llevar a cabo tal labor se realizó un seguimiento de los procesos que se llevan a

cabo en la oficina de CPCP y en cada una de las divisiones para la medición, seguimiento y control.

### ¿Cómo se mide, sigue y controla la producción a nivel de CPCP?

#### ➤ **Medición:**

Los procesos productivos del Departamento de producción se miden por el Centro de Programación y Control de la Producción a través del diseño de unos indicadores de gestión, llamados Calidad Intrínseca y Cumplimiento Real del Proyecto. Estos Indicadores de Gestión consisten en:

- **Calidad Intrínseca:** Este indicador se basa en la encuesta de percepción y grado de satisfacción del cliente, quien suministra la información por medio de una encuesta realizada, la cual califica con una puntuación de acuerdo a la categoría, ya sea por disponibilidad o precios.

Por disponibilidad el cliente califica de 1 a 5, siendo:

- 1 = PESIMO.
- 2 = INSATISFECHO.
- 3 = REGULAR.
- 4 = SATISFECHO.
- 5 = MUY SATISFECHO.

Por precios el cliente califica de 1 a 3, siendo:

- 1 = ALTOS.
- 2 = JUSTOS.
- 3 = BAJOS.

- **Cumplimiento Real Del Proyecto:** Este Indicador hace referencia al tiempo de duración de los trabajos a realizar por proyecto, para este se tienen planteadas unas metas que van desde 95% a 105%, las cuales son consideradas como un cumplimiento ideal.

➤ **Seguimiento:**

El seguimiento se hace mediante la revisión diaria de los cronogramas de trabajo, en la cual se observa el tiempo de ejecución de los trabajos con el fin de analizar las desviaciones que se presentaron. Este cronograma de trabajo se actualiza mediante el suministro de información, relacionada con el avance de las labores realizadas por los operarios de cada una de las Divisiones.

➤ **Control:**

Luego de recopilar la información anterior se controlan los procesos por medio del cálculo de los datos, analizando las áreas donde hubo desviación. Luego de esto se profundiza y se busca la causa raíz que origino el incumplimiento.

Se analiza el área que esta presentando desviaciones en el cumplimiento real del proyecto y se envían los datos a la división correspondiente para que ésta se encargue del diseño de las acciones correctivas, éstas son enviadas nuevamente a CPCP y allí es donde se toman y se diseñan los planes de acción y estos son recopilados en un plan maestro de acciones de mejora de la dirección, donde se plasma quien es el responsable, cuanto tiempo dura, evidencias etc; luego el director de la planta hace un seguimiento a la gestión de cada uno de los procesos macros por medio del plan de mejora.

## ¿Cómo se mide, sigue y controla la producción a nivel de las Divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas?

### ➤ **Medición:**

Se manejan indicadores de cumplimiento de cronograma y calidad intrínseca relacionando todas las actividades que están involucradas en el proyecto para luego ser enviados a CPCP para su posterior análisis; trimestralmente CPCP envía a las divisiones los indicadores con su respectivo análisis y se emiten comentarios o sugerencias y las acciones correctivas a seguir en caso de ser necesario.

Los indicadores calculados son (horas / hombre, cantidad de materia prima), básicamente para estimar los costos de producción de los proyectos a ejecutar.

### ➤ **Seguimiento:**

El seguimiento realizado a los procesos se hace mediante la planilla diaria de producción, en la cual se consignan las actividades productivas ejecutadas por los trabajadores, y a la vez proporciona información para actualizar el cronograma de trabajos, con el cual el gerente del proyecto se entera de los avances y éste a su vez le informa al cliente, se llevan minutas diarias presentadas llevadas por los supervisores y superintendentes en las cuales se detallan las actividades del día a día y las novedades, registros fotográficos del avance de los proyectos.

### ➤ **Control:**

La ejecución de los procesos productivos en lo referente al tiempo se controla siguiendo el cronograma de trabajos elaborado por la oficina de Programación y Control de la Producción (CPCP). En cuanto a los recursos, los procesos se controlan a través de la estimación realizada de éstos, y que es concertada por parte de la oficina de estimación de costos y el jefe de la División. Además se controlan los recursos con un formato

donde se encuentran establecidas las especificaciones y la cantidad de materia prima a utilizar en la ejecución de cualquier proyecto.

La Oficina de CPCP envía trimestralmente los indicadores con el análisis y dependiendo de los resultados de estos indicadores se realizan los planes de acción o de mejora en la división.

### **3. DIAGNOSTICO DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS**

El desarrollo de la etapa inicial del proyecto, DIAGNOSTICO Y PROPUESTAS DE MEJORAMIENTO PARA LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE NUEVAS CONSTRUCCIONES Y DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO, EN LAS DIVISIONES DE MATERIALES COMPUESTOS Y PINTURAS DEL DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN DE COTECMAR PLANTA MAMONAL, se identificaron las capacidades actuales de las áreas productivas objeto de estudio, fue realizado por los mismos autores de este proyecto durante sus pasantías en COTECMAR, como parte de un proyecto de investigación con el cual se busca implementar estrategias que permitan mejorar la productividad del departamento de producción, de la planta Mamonal.

Con la finalidad de realizar el diagnostico de la gestión de los procesos productivos de las áreas productivas objeto de estudio, y teniendo en cuenta el análisis preliminar realizado a las divisiones en estudio, en cuanto a las inconsistencias presentadas en la gestión productiva de la división de Materiales Compuestos, y a las quejas presentadas por los clientes internos en los proyectos ejecutados por la División de Pinturas y Recubrimientos. Se realizo un análisis de las 7 emes de productividad con el fin de identificar las falencias o debilidades existentes en cada uno de los procesos que se desarrollan en las divisiones objeto de estudio, encontrando la causa raíz que ocasiona dichas falencias, utilizando para esto un diagrama de causa – efecto o Ishikawa, para luego de esto procesar, organizar y priorizar la información, mediante la determinación de la correlación existente entre las posibles causas, mediante una matriz de correlación la cual permitirá una representación analítica que evidencie la causa raíz.

A continuación se expondrán los datos estadísticos del análisis realizado a los archivos de los proyectos ejecutados durante el año 2006, en los cuales participaron las divisiones en estudio.

En la División de Materiales Compuestos se ejecutaron un total de 16 proyectos de construcción, de los que 12 presentan inconsistencia en cuanto a cantidad de materiales, 11 presentan inconsistencia en el tiempo de ejecución; entendiéndose como inconsistencia la diferencia existente entre los valores de los costos de producción estimados y los valores de los costos de producción ejecutados.

En la ejecución de los proyectos de reparación, a pesar de no llegar a tiempo los estimativos de forma documental si coinciden los valores estimados con los ejecutados en lo referente a cantidad de materiales y tiempo de ejecución.

Por otra parte a ninguno de los proyectos de construcción y reparaciones ejecutados se les estimo los costos de horas/maquina.

En la tabla 44. Se muestra la cantidad de proyectos de construcciones comerciales y para la armada, ejecutados por la división de Materiales Compuestos y sus inconsistencias.

**Tabla 44.** Cantidad de proyectos de la Division de Materiales Compuestos

PROYECTOS	INCONSISTENCIA EN CANTIDAD DE MATERIALES		INCONSISTENCIA EN TIEMPO DE EJECUCIÓN	
	PRESENTA	NO PRESENTA	PRESENTA	NO PRESENTA
ESTRUC. 001	X		X	
ESTRUC. 002	X		X	
ESTRUC. 003	X		X	
ESTRUC. 004	X		X	
ESTRUC. 005	X			X
ESTRUC. 006	X		X	
ESTRUC. 007	X		X	
ESTRUC. 008	X		X	
ESTRUC. 009	X			X
ESTRUC. 010	X		X	
ESTRUC. 011	X		X	
ESTRUC. 012	X		X	
ESTRUC. 013	X			X
ESTRUC. 014	X			X
ESTRUC. 015		X	X	
ESTRUC. 016		X		X
ESTRUC. 017	X			X
ESTRUC. 018		X	X	
ESTRUC. 019	X		X	
TOTAL	12	4	11	5

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

En la división de Pinturas y recubrimientos, en el año de 2006 de 58 proyectos ejecutados se encontró que se produjeron 19 proyectos con retrasos; presentándose el principal problema en obra muerta, entendiéndose por retrasos el incumplimiento del cronograma de trabajos realizado por la oficina de programación y control de la producción (OFPCP).

Estos retrasos se producen por inconvenientes con los elementos utilizados para realizar trabajos en altura como son los andamios, papa móvil (andamios con ruedas) y las plataformas para trabajos en altura.

En la tabla 45. Se puede observar la cantidad de quejas presentadas en cada proceso y los motivos que las causaron.

**Tabla 45.** Quejas en los proyectos de reparación ejecutados por la división de Pinturas.

TIPO DE QUEJA	Nº DE QUEJAS POR PROCESOS		
	LAVADO A PRESIÓN	SANDBLASTING	APLICACIÓN DE RECUBRIMIENTOS
Retrasos por utilizar andamios	5	7	8
Retrasos por utilizar papamóviles	3	8	4
Retrasos por utilizar plataformas	0	2	0
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>17</b>	<b>12</b>

De la anterior tabla se puede observar el número de quejas presentadas en los 19 proyectos por proceso de acuerdo al tipo de equipo utilizado, es decir que en algunos proyectos se presentó más de una queja, como por ejemplo en la "M/N DESTINY en el cual se presentaron quejas por sandblasting y por aplicación de recubrimientos"<sup>15</sup>.

En cuanto a los proyectos de construcción el problema que se presenta más común en la división de pinturas es de organización ya que existe mucho tiempo muerto debido al cruce de trabajos con las diferentes divisiones, lo que ocasiona que se programen turnos de noche, pero en estos turnos de noche no se presentan las condiciones adecuadas para aplicar pinturas, ocasionando retrasos y reprocesos.

<sup>15</sup> Datos tomados de las carpetas de proyectos ejecutados en la División de Pinturas.

Luego de haber analizado las capacidades actuales de la empresa en cada una de las fases que hacen parte del capítulo 2, mediante entrevistas al personal que labora en las divisiones y estudiando los archivos de proyectos ejecutados, procedemos a determinar los resultados finales, obtenidos en el estudio realizado al sistema productivo actual que se maneja en las divisiones objeto de estudio, obteniendo los siguientes resultados.

En la **fase 1** de identificación y caracterización se encontró que:

- Los procesos productivos que se realizan en las Divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas y Recubrimientos, se vienen desarrollando de acuerdo a como están descritos en el manual de procedimientos, esto permite que los productos entregados o servicios prestados sean recibidos satisfactoriamente por los clientes.

En la **fase 2** de identificación del producto o servicio por procesos se encontró lo siguiente:

- En la división de Materiales Compuestos, a pesar de que se realizan pruebas como la de dureza al desmoldar y la verificación de apariencia superficial, no se llevan registros documentales que evidencien el aseguramiento de la calidad de los productos entregados o los servicios prestados.
- En la división de Materiales Compuestos, en algunos casos en los que se ejecuta proyectos de reparación y/o mantenimiento, como labor de apoyo a otras divisiones, se carece de la documentación requerida por el sistema de gestión de calidad, (Plan de Calidad y Certificados de Pruebas Realizadas), además en los casos donde se realiza la reparación y/o mantenimiento de una pieza se carece de registros de las inspecciones visuales iniciales, esto evita que se garantice una eficaz planificación, operación y control de los procesos, e impide que se tenga un soporte físico del servicio prestado al cliente.
- En la división de Pinturas y Recubrimientos se encontraron algunas actividades que no se realizan según están descritas en el manual de procedimientos, como en

el caso del proceso de lavado con chorro de agua a presión, en los proyectos de mantenimiento y reparación, donde no se realiza una verificación de la presión requerida en la boquilla para la salida del agua, la cual debe ser de 3200 psi, cuando el proceso es ejecutado por contratistas.

- Al finalizar el proceso de sandblasting, se debe realizar una prueba de perfil de anclaje, esta prueba debe arrojar valores entre 1.5 - 3.0 mils, con el fin de que la superficie se encuentre apta al momento de aplicar el recubrimiento. En la eventualidad de que esto suceda lo ideal es repetir el *sandblasting*, sin embargo y debido a que realizar nuevamente el proceso es altamente costoso, se opta por aplicar un poco más de pintura a la superficie.

Mediante el análisis realizado al control ejercido a las variables (Costos, Tiempo y Calidad) del producto o servicio por procesos en las áreas productivas objeto de estudio, se pudo observar que:

- Solamente se controlan los costos en función de horas/hombre, cantidad de materiales y servicios subcontractados, en el caso que se requiera. Por tal motivo se determino que los costos se controlan de manera parcial, debido a que:
  - No se controlan las horas/máquina.
  - No se realiza una retroalimentación de estimación de costos en algunos casos.
- Actualmente en las áreas productivas objeto de estudio se controlan sus tiempos mediante dos (2) herramientas:
  - La planilla diaria de producción.
  - Programación de proyectos en desarrollo (Cronograma de trabajos).
- La calidad de los productos y/o servicios prestados se controla mediante el plan de calidad, el cual se diligencia al momento de ejecutar los proyectos de la División, no obstante se puede decir que el control ejercido en el aseguramiento de la

calidad, cumple parcialmente en la División de Materiales Compuestos, teniendo en cuenta que sí se entrega lo que el cliente solicita pero no existen pruebas específicas que garanticen la calidad, y de las inspecciones visuales realizadas no se diligencia ninguna clase de documento y cumple totalmente en la División de Pintura y Recubrimientos ya que en esta división se lleva un control riguroso de las pruebas realizadas.

Con referencia a las variables que intervienen en la ejecución de los procesos de las áreas productivas objeto de estudio (Maquinaria y equipo, Mano de Obra, Materia Prima, Métodos y Procedimientos, *Management*, Medios Logísticos y Medición Seguimiento y Control). Actualmente, luego de realizar una verificación de la información y analizarla se observó la siguiente situación.

➤ **Maquinaria y equipo:**

- **División de Materiales Compuestos**

Los equipos que tienen incidencia en la ejecución de los procesos de la División, su capacidad, importancia en el proceso, estado actual y nivel se mostraron en la tabla 46.

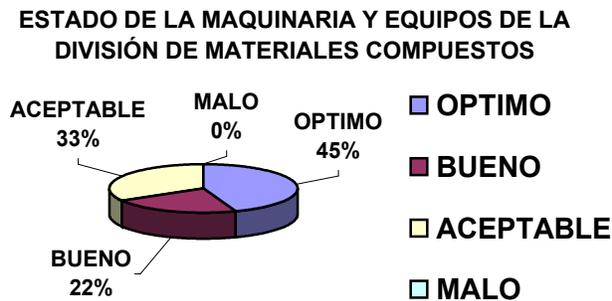
**Tabla 46.** Maquinaria y Equipo de la División de Materiales Compuestos.

CANT	DESCRIPCIÓN	CAPACIDAD	IMPORTANCIA	ESTADO	USO
1	MAQUINA DE ASPERSIÓN	15-20 CFM PARA RESINAS Y 7.5-10 CFM PARA CATALIZADOR	2	BUENO (1)	3
1	HERRAMIENTA ROTOFOTOCORTE	96"x40"x6"	3	ACEPTABLE (3)	4
1	COMPRESOR DE ALTA PRESIÓN	50 CFM – 175 PSIG	-	OPTIMO (1)	1
2	DIFERENCIAL ELECTRICO DE CADENA	2 TON	4	ACEPTABLE (3)	5
1	SERRA ELECTRICA DE BANCOTE 10"	0.10 a 30° 2.10 a 45°	3	ACEPTABLE (3)	2
1	SERRA ELECTRICA SINFIN	0.16x0.3 MTS	3	BUENO (2)	2
1	CANTADORA	100 PROF. DE CORTE – 6" DE RANGO DE MOVIMIENTO	3	OPTIMO (1)	2
1	COLECTOR DE POLVOS	140 CFM DE SUCCION DE NUBE DE H <sub>2</sub> O DE PRESION ESTADICA	3	BUENO (2)	2
1	BOMBA DE VACIO	140 CFM DE CONSUMO DE AIRE CON UNA PRESION MAYOR DE 10 PSI – 25" Hg DE NIVEL MAX. DE VACIO – 15 GCFM DE NIVEL FLUJO DE VACIO	3	OPTIMO (1)	3

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodriguez)

A continuación en el Grafica 1 se presentara el estado en porcentajes de la maquinaria y equipo de la division de Materiales Compuestos

**Grafico 1.** Estado de la maquinaria y equipo de la division de materiales compuestos.



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

- **División de Pinturas y Recubrimientos:** Los equipos que tienen incidencia en la ejecución de los procesos de la división de Pinturas y Recubrimientos, su capacidad, importancia en el proceso, estado actual y nivel de uso se muestran en la tabla 47.

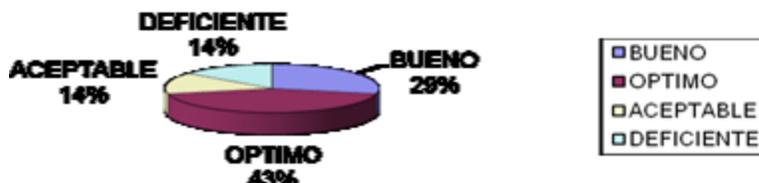
**Tabla 47.** Maquinaria y Equipo de la División de Pinturas y recubrimientos.

CANT	DESCRIPCION	CAPACIDAD	PRIORIDAD	ESTADO	USO
2	MAQUINAS DE LAVADO	5000 PSI, CAUDAL DE 5 GPM.	-	BUENO (2)	1
2	COMBUSTOR DE INFERNO	1000 PSI, CAUDA 185 CFM, VELOCIDAD DE GIRO 1700 RPM	-	OPTIMO (1)	1
2	BOILER PARA	PRESION DE FLUIDO 600 PSI, PRESION DE AIRE 67 PSI, CAUDAL 340 GPM, RELACION DE COMBUSTION 98%	-	ACEPTABLE (2)	1
1	COMBUSTOR PARA COCCO	CAUDAL 1000 CFM, VELOCIDAD DE GIRO 1788 RPM.	3	OPTIMO (1)	3
1	OLVA JICOLIN	PRESION 100 PSI, PRESION DE MAQUIN 80 PSI, VOLUMEN 150 CF.	3	BUENO (1)	2
1	TELVA ECCLO	PRESION 100 PSI, PRESION DE MAQUIN 80 PSI, VOLUMEN 9 CF.	3	OPTIMO (1)	2
2	PLATAFORMAS PARA TRABAJO EN ALTURAS	CAPACIDAD DE CARGA 230 KG, ALCANCE HORIZONTAL MAXIMO 7.62 MT, ALTURA MAXIMA 11.57 MT	3	DEFICIENTE (4)	4

Fuente: Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez)

A continuación en el Grafico 2 se presentara el estado en porcentajes de la maquinaria y equipo de la división de Pinturas

**Grafico 2.** Estado de la maquinaria de la división de pinturas



Fuente: Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Después de haber realizado el levantamiento de la información referente a la maquinaria y equipos de la División de Pinturas y Recubrimientos y evaluar ciertos criterios se encontró que:

- El estado y capacidad operativa de la maquinaria y equipos, cumple de manera parcial, debido a que se presentan novedades con los siguientes equipos: Herramienta robótica de corte, Sierra eléctrica de banco y Diferenciales eléctricos de cadena, en la división de Materiales Compuestos; y Equipos Airless y plataformas de trabajo en altura, en la división de Pinturas y Recubrimientos.
- El plan de mantenimiento cumple parcialmente, porque a pesar de que se encuentran las planillas de mantenimiento diligenciadas con las actividades correspondientes, se presentan novedades con los equipos anteriormente mencionados.
- El personal que opera la maquinaria es idóneo.
- Se cumple satisfactoriamente la demanda de las divisiones con la capacidad instalada.
- Ningún equipo se considera crítico para el desarrollo de los procesos, teniendo en cuenta que estos pueden ser fácilmente reemplazados en el momento que se requiera.

#### ➤ **Mano de Obra**

En la ejecución de los proyectos realizados en la División de Materiales Compuestos de COTECMAR, la variable Mano de Obra tiene mayor importancia que otras variables del proceso como son: la Materia Prima y la Maquinaria y Equipos. Esto debido a que los procesos productivos que aquí se realizan, si bien se pueden llevar a cabo utilizando los equipos existentes en la División, la mayoría de las veces se ejecutan artesanalmente; en la división de pinturas son importantes las variables de Mano de obra y Maquinaria y equipo, ya que para obtener buenos resultados en los procesos se hace necesario que el personal que ejecuta los procesos tenga mucho cuidado al momento de utilizar la materia prima y al manipular los equipos, Por todo esto y con la finalidad de evaluar como incide en la culminación de los proyectos se realizó una encuesta en las Divisiones

que sirvió para concluir lo siguiente:

- De acuerdo al volumen de proyectos que se presentan en la División de Materiales Compuestos, la cantidad de personal es suficiente, y que se deben aumentar los equipos de trabajo cuando sean requeridos.
- El personal que labora en las Divisiones cuenta con los conocimientos técnicos necesarios para desempeñar las labores que le son asignadas, así como para operar la maquinaria y equipos existentes.
- El conocimiento adquirido por el personal operativo en ocasiones se pierde, debido a que después de ejecutado un proyecto se le cancela el contrato de trabajo.
- La rotación del personal es baja debido a que se trabaja con un equipo base que suple el volumen de proyectos que se ejecutan en las Divisiones.
- La vinculación del personal operativo se realiza de acuerdo a la cantidad de proyectos que se van a ejecutar, para esto los Jefes de las Divisiones hacen el requerimiento a la oficina de programación y control de la producción y ésta a su vez a la Dirección de Talento Humano.
- Cada Seis meses se evalúa el desempeño de los empleados de las Divisiones, en cuatro (4) secciones las cuales tienen diferentes factores, calificados cada uno de ellos como: Malo (1) – Deficiente (2) – Regular (3) – Bueno (4) y Excelente (5), según la gestión adelantada por éstos.
- Eventualmente se realizan capacitaciones al personal de las Divisiones, en asocio con el SENA y/o algunos proveedores de Materia Prima o Equipos.
- En la ejecución de los procesos productivos intervienen todos los cargos que hacen parte de las Divisiones.

➤ **Materia Prima**

- Al igual que la mano de obra, la planeación de los requerimientos de materia prima, no se basa en proyecciones de ventas, sino en datos estadísticos con un bajo nivel de confianza, basados en los mayores promedios de consumo de los diversos proyectos.
- La demora en la consecución de materia prima suele ser una de las causas de la reprogramación de los procesos, especialmente cuando se trata de materia prima crítica.
- Existen ciertos parámetros que inciden directamente sobre la calidad de la materia prima, como el almacenamiento y manipulación, a los que se debe prestar un alto grado de atención, por esto hoy día se está realizando esta investigación de la cual se pudo extraer la siguiente información.
- El manejo actual de la materia prima es aceptable, teniendo en cuenta que aunque se compran materiales e insumos certificados, en ocasiones no se les da el tratamiento ideal para su almacenaje, especificado en la ficha técnica, lo que es esencial para lograr tener un mayor plazo de expiración de éstas.
- No se tiene claridad y consenso entre el almacén general y las Divisiones, acerca del stock mínimo que se debe manejar de Materia Prima para que con esto no se presenten novedades con la disponibilidad de los materiales, ya que con el agotamiento de estos se producen retrasos en la ejecución de los proyectos y por ende se aumentan los costos de producción.

➤ **Métodos y Procedimientos:**

Actualmente, después de observar algunos proyectos en ejecución, revisar los archivos de proyectos ejecutados y elaborar los diagramas de flujo correspondientes a cada uno de los procesos desarrollados en las Divisiones, mapas sistémicos de las divisiones, se

pudo extraer la siguiente información:

- Los procedimientos de producción, que aplican a los procesos de estas Divisiones, se siguen como se encuentran establecidos.
- En materia de seguridad industrial, se pudo apreciar que la ejecución de los procesos productivos en la División de Materiales Compuestos, se hacen bajo las normas requeridas de protección personal, así como las necesarias para el manejo de los equipos, materia prima e insumos que emiten Gases orgánicos como las resinas, el estireno y el thinner; Caso contrario ocurre en la División de Pinturas donde se evidenciaron algunas falencias en este aspecto, ya que los operarios no le dan buen uso a los andamios y no usan los elementos de protección personal.
- En la División de Materiales Compuestos, los procedimientos administrativos, son los que ocasionan que se generen cuellos de botella, debido a que, por ejemplo, una vez que se recibe una orden de trabajo para ejecutar un proyecto se presentan complicaciones al retirar la materia prima e insumos del almacén general, porque en diversas ocasiones ésta se ha agotado, al no mantener allí un stock mínimo a pesar de que se ha sugerido por parte de la división, o no se mantienen los materiales e insumos almacenados bajo las especificaciones del proveedor, como en el caso en que se dañaron unos tambores de resinas por no tenerlos almacenados a la temperatura recomendada. Algo similar sucede al momento de retirar la fibra de vidrio, cuando se requiere en pequeñas o medianas cantidades, momento en el cual se debe utilizar al supervisor de la División de Materiales Compuestos para realizar la medición y el corte de la fibra de vidrio requerida, ya que el personal que labora en el almacén general no posee la destreza para realizar estas labores, lo que da origen a pequeños retrasos en la ejecución del proyecto.
- Actualmente, no se está llevando a cabo la retroalimentación que procedimentalmente debe hacerse a la oficina de estimación de costos, con referencia a los recursos consumidos por proyecto (horas/hombre,

horas/máquina, cantidad de materiales y servicios subcontratados), para efectos de cruzar la información con los estimativos generados por la oficina de estimación de costos en consenso con las Divisiones.

➤ **Management y medios logísticos:**

Una vez realizado el estudio de verificación referente a La cultura organizacional, el liderazgo y los medios logísticos, manejados actualmente por las Divisiones, se pudo obtener la siguiente información:

- El nivel educativo y técnico de los operarios de las Divisiones es el idóneo para ejercer las funciones propias de los cargos que desempeñan.
- La corporación se preocupa por capacitar el personal en lo referente a nuevas tecnologías aplicables al desarrollo de los diversos procesos productivos que allí se ejecutan.
- Existen líderes naturales tanto en los equipos de trabajo como por parte de los Supervisores y Jefes de las Divisiones lo que permite incentivar a todo el personal a realizar los trabajos con un mismo norte y bajo los mismos principios de cumplimiento y calidad de los productos y servicios prestados.
- En cuanto al Diseño y Distribución de la Planta se concluyo que el taller de Materiales Compuestos cuenta con una distribución por proyectos y que en general la disposición de todas las dependencias que la conforman se encuentran plenamente demarcadas, en una buena y estratégica ubicación para lograr un desempeño óptimo en la ejecución de los diversos procesos productivos.
- Dentro del taller de Materiales Compuestos se tiene dispuesta un área cerrada para almacenar la materia prima y los insumos que se tengan destinados a usar durante la ejecución de un proyecto. Los productos en proceso y productos terminados se mantienen almacenados dentro del taller

en la zona de ensamblaje y acabado, hasta la culminación del proyecto y la entrega del producto al cliente.

Además se indago a cerca de las relaciones laborales de cada una de las personas que conforman las Divisiones y con sus superiores a nivel del Departamento de Producción y se obtuvo la siguiente información.

- La relaciones entre los Operarios (fibreros, carpinteros modelistas y jefe de grupo) de la División de Materiales Compuestos, es muy buena, se trabaja en un ambiente agradable, de plena confianza y seguro, debido a que todo el personal cumple con las normas de seguridad y comportamiento establecidas. Se cuenta con un grupo con un alto nivel de honestidad, compromiso con la corporación y colaborador al momento de realizar sus labores.
- La relación de los operarios con el Supervisor de la División es muy buena se maneja mucha cordialidad y respeto, se obedecen los lineamientos dados por el Supervisor y se escuchan las recomendaciones hechas por parte de los Operarios.
- La relación entre los Operarios y el Jefe de la División, no es la mejor, por darse choques entre la cultura militar del Jefe de la División y el hecho de que los Operarios son civiles, mas sin embargo existe mucho respeto por parte de los Operarios y se acatan las órdenes impartidas por el Jefe de la División.
- El nivel educativo de las personas que trabajan en la División en general es bueno, ya que los Operarios y Supervisor se encuentran capacitados en las áreas en que se desempeñan y el jefe de División posee grado de profesional.
- El nivel de supervisión es mínimo debido a que en la ejecución de los procesos el personal de operarios es responsable y realizan las labores con un alto grado de eficacia y compromiso.

- Existe liderazgo por parte de algunos de los operarios, al mostrar habilidades conceptuales, técnicas y calidad humana, por tal motivo se maneja la figura de Jefes de grupo de trabajos, con lo que se incentiva a éstos.
- En cuanto a la distribución de planta de la División de Pinturas y Recubrimientos, se pudo notar que es necesario realizar ciertas mejoras en lo referente a la distribución de la planta, aunque hay que hacer la salvedad de que esta división no estaba contemplada dentro del plano inicial de la planta y por esta razón se encuentra distribuida de esta manera, como primer punto a tener en cuenta son las zonas que conforman la división de pinturas se encuentran distantes unas de otras, y esto lo que logra es que no se cumplan dos de los principios importantes en la distribución de planta, el principio de la mínima distancia recorrida y el de circulación o flujo de materiales. Esto no quiere decir que todas las zonas estén mal ubicadas como por ejemplo el almacén de pinturas ya que se encuentra cerca de la zona de operación, lo que convendría es hacer un reajuste de las zonas que se encuentren más distantes.
- Actualmente la zona de sandblasting no posee una posición fija, lo que ocasiona algunas veces interferencia con los demás procesos productivos que se están llevando a cabo.

➤ **Medición seguimiento y control:**

En el Departamento de Producción y en las áreas productivas objeto de estudio, actualmente se realiza una medición, un control y un seguimiento a todos los procesos productivos, utilizando para esto, los indicadores de gestión, Calidad intrínseca y cumplimiento real del proyecto.

Con la calidad intrínseca se mide la percepción del cliente y con base en esta, teniendo en cuenta sus recomendaciones, analizando los puntos críticos y las desviaciones que puedan presentarse en los diferentes proyectos, se establece la causa raíz de la

desviación mediante el análisis de los indicadores, con la finalidad de tomar acciones correctivas y responderle oportunamente al cliente con relación a sus sugerencias.

El cumplimiento real del proyecto hace referencia a el tiempo de duración de las actividades productivas a realizar por proyecto, para este se tienen planteadas unas metas que van desde 95% a 105%, las cuales son consideradas como cumplimiento ideal.

Después de revisar los archivos de los proyectos ejecutados en cada una de las divisiones, se encontró que la medición, control y seguimiento se lleva a cabo de la siguiente manera:

- La medición de la gestión productiva se realiza mediante los indicadores de gestión anteriormente mencionados. En la división de Pinturas y recubrimientos además se calculan unos indicadores de productividad (horas / hombre y cantidad de materia prima), básicamente para estimar los costos de producción de los proyectos a ejecutar.
- El seguimiento realizado a los procesos de las Divisiones se hace mediante la planilla diaria de producción, en la cual se consignan las actividades productivas ejecutadas por los trabajadores, y a la vez proporciona información para actualizar el cronograma de trabajos, con el cual el gerente del proyecto se entera de los avances y éste a su vez le informa al cliente.
- La ejecución de los procesos productivos propios de las Divisiones en lo referente al tiempo se controlan siguiendo el cronograma de trabajos elaborado por la oficina de Programación y Control de la Producción (CPCP).
- Los recursos para la ejecución de los proyectos se controlan a través de la estimación realizada de éstos, En la División de Materiales Compuestos estos recursos se controlan utilizando un formato donde se encuentran establecidas las especificaciones de las cédulas de laminación y la cantidad de materia prima e insumos a utilizar en la ejecución de cualquier proyecto, en la División de

Pinturas se controla mediante un formato de Planilla Diaria de Producción donde se registran los nombres de los trabajadores, el proceso en el que participaron, las horas y los recursos utilizados.

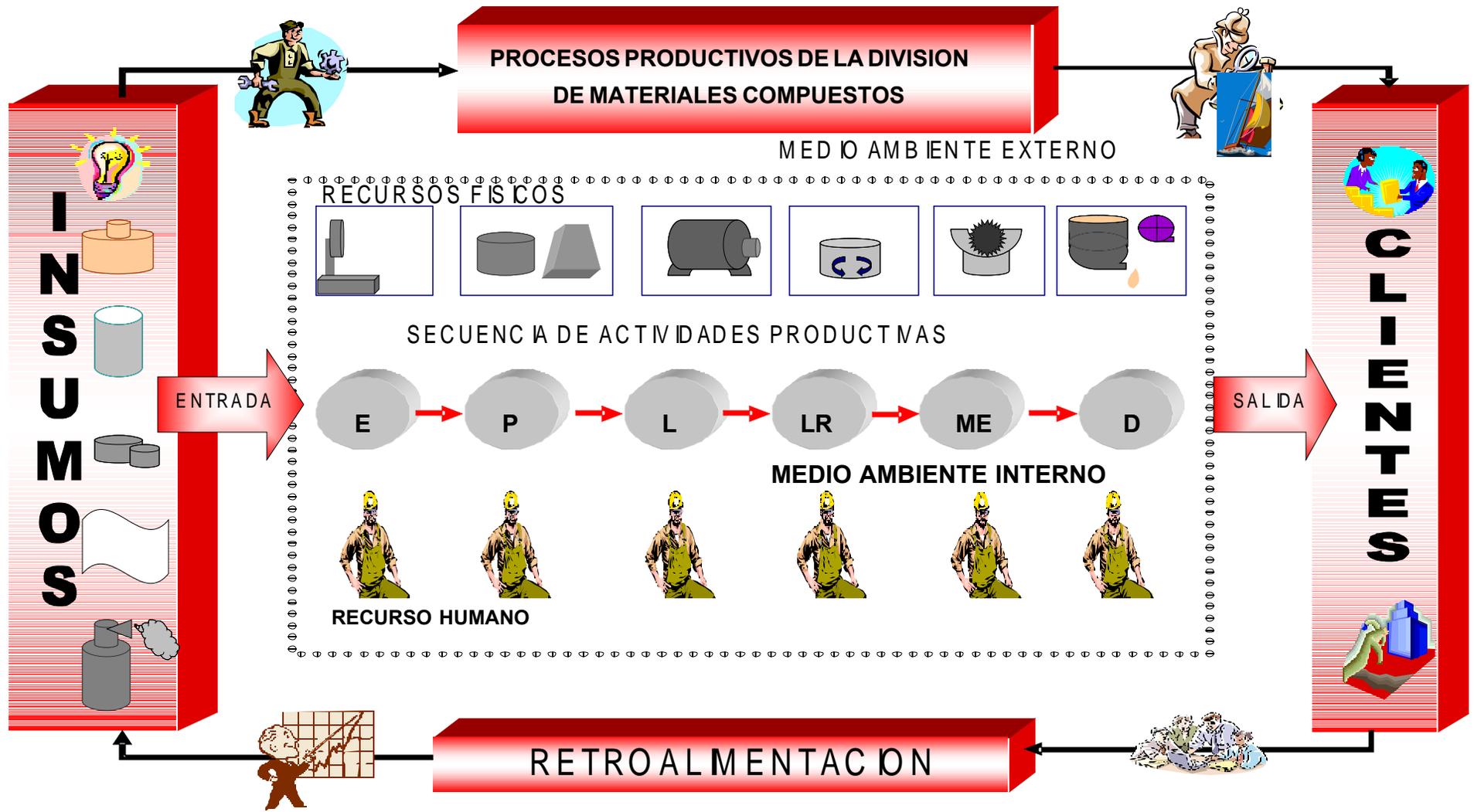
Basado en el análisis realizado al sistema productivo de las divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas y recubrimientos, con la finalidad de de analizar el sistema productivo actual y proponer mejoras para el mismo, se hace uso de los mapas sistémicos de las divisiones, los cuales son herramientas que muestran una autoevaluación esquemática de cada división.

Estos mapas sistémicos son una representación grafica de las variables que intervienen en un proceso el cual inicia con unos insumos y materia prima, suministrados por proveedores dando entradas al proceso de transformación. Para esto se hace uso de maquinarias, equipos y mano de obra de tal manera que se pueda verificar la correcta ejecución de las actividades. En esta etapa de transformación se debe analizar el medio ambiente interno y externo puntualizando en aquellos factores que de alguna manera puedan influir en los procesos. Finalmente se da un resultado final o salidas, bien sea producto o servicio, entregadas a un número de clientes y de esta manera permite revitalizar el sistema con base en los problemas presentados.

Para cumplir con nuestro objetivo, se hace uso de herramientas de gestión que nos permitan alcanzar unas metas de mejoría, una de ellas es el ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actuar). Dichas herramientas contribuyen al desarrollo de una mejora continua basándose en una serie de metas planteadas con base en todas aquellas variables que intervienen en los procesos y las cuales son medidas a través de indicadores de eficacia, eficiencia y efectividad. Cabe resaltar que para efectos de este estudio se desarrollará solo la etapa de planificación, en la cual se parte del análisis de indicadores que reflejen la existencia de deficiencias en la gestión productiva de las divisiones en estudio.

A continuación en la figura 51 se mostrara el mapa sistémico de la division de materiales compuestos y en la figura 52 se mostrara el mapa sistémico de la division de pinturas.

Figura 51. Mapa Sistémico de la division de materiales compuestos



- **ANÁLISIS DEL MAPA SISTEMICO**

En investigación realizada a la División de Materiales Compuestos de COTECMAR, a cerca de la situación actual de la gestión de su sistema productivo, utilizando la información recolectada y el mapa sistémico, se pudo concluir lo siguiente:

**a) Proveedores:**

Al momento de realizar una compra de materia prima e insumos se debe observar y verificar entre otras:

- La materia prima debe cumplir con las especificaciones de calidad requerida evitando desperdicios y la falta de uniformidad.
- Se debe adquirir la cantidad necesaria para mantener el stock mínimo, teniendo en cuenta lo que se va a consumir en el desarrollo del proyecto.
- Se debe comprar al precio mas bajo con el que se puede obtener la materia prima que cumpla con los requerimientos de calidad.
- Se debe hacer en el momento oportuno.

**b) Insumos:**

Los insumos utilizados por la División de Materiales Compuestos son los establecidos en el listado de materia prima descrito en el capítulo número 2, los cuales deben tener el tratamiento recomendado por los proveedores en cuanto a manipulación y almacenamiento. A estos, se les debe realizar una verificación al momento de su recepción tanto de las especificaciones con que se compraron, como a la calidad según lo establecido por la norma correspondiente (ISO 9001/2000)

**c) Recursos Físicos:**

Los recursos físicos con que cuenta la División de Materiales Compuestos, están

constituidos por la maquinaria y equipo necesarios para el cumplimiento de las actividades propias de los procesos productivos. Estos deben mantenerse en perfecto estado y en capacidad operativa, por tanto se debe tomar medidas en cuanto al plan de mantenimiento de la División.

**d) Recurso Humano:**

En la gestión de los procesos productivos de la División de Materiales Compuestos de Cotecmar, el recurso humano es el elemento principal, por esto no obstante se cuenta con un excelente equipo de trabajo, se debe hacer énfasis en establecer programas integrales de reclutamiento y selección de personal que permita vincular a la División, personal idóneo para realizar las actividades que hacen parte de los procesos de ésta, debido a que existe la posible necesidad de incrementar la planta de personal a medida que se incrementen los proyectos en la División.

Igualmente se debe incrementar las capacitaciones no solamente en el área productiva, sino teniendo en cuenta temas como liderazgo, relaciones interpersonales, productividad y mejoramiento continuo, puesto que esto se va a ver reflejado en su desempeño laboral y por ende en la productividad de la corporación.

Es muy importante trazarse estrategias que permitan lograr la retención del personal, para evitar que se pierda el conocimiento adquirido a través de la ejecución de proyectos, teniendo en cuenta que los procedimientos realizados en esta División no se enseñan en ninguna entidad de aprendizaje.

**e) Sub procesos:**

Los subprocesos o actividades productivas que se dan de manera generalizada en la ejecución de los procesos productivos de la División de Materiales Compuestos, son los siguientes:



**ENCERADO.**

<b>P</b>	<b>PINTURA DE ACABADO (GELCOAT).</b>
<b>L</b>	<b>LAMINACION DE CONTACTO.</b>
<b>LR</b>	<b>LAMINACION DE REFUERZO.</b>
<b>ME</b>	<b>MONTAJE DE ESTRUCTURAS.</b>
<b>D</b>	<b>DESMOLDEO.</b>

**f) Salidas:**

En la División de Materiales Compuestos, se realizan procesos de construcción y de reparación y/o mantenimiento, por esto se dan dos tipos de salidas específicas por una parte se producen bienes y por otra se prestan servicios, en ambas se deben realizar pruebas que aseguren la calidad del producto entregado o el servicio prestado. Estos productos o servicios deberían estar acompañados de una parte documental consistente en un protocolo de pruebas y una retroalimentación de: cantidad de material, cantidad de mano de obra, y tiempo real de ejecución, para lograr que las estimaciones futuras se encuentren más acertadas con respecto a la ejecución real de los proyectos.

## MAPA SISTEMICO DE PINTURAS

- **ANÁLISIS DEL MAPA SISTEMICO DE LA DIVISION DE PINTURAS Y RECUBRIMIENTOS**

a) **Proveedores**

Entre las principales características que se deben observar y detectar en la compra de materia prima y suministro se destacan las siguientes:

- **Calidad:** La materia prima debe cumplir con las especificaciones de calidad requerida evitando desperdicios y la falta de uniformidad.
- **Cantidad:** Se debe adquirir una cantidad constante de materiales y estar preparado para cualquier contingencia.
- **Precio:** Se refiere al precio mas bajo con el que se puede obtener la materia prima que cumpla con los requerimientos de calidad.
- **Tiempo:** Se debe hacer en el momento oportuno.

Para una buena prestación de servicios es necesaria la buena negociación con los proveedores, quienes son aquellas personas que tienen a su cargo abastecer de todo lo necesario a las empresas; los proveedores de la división de pinturas son:

- Arenas del sinú
- Pintuco
- Neumáticas del caribe
- Azeg de Colombia
- Central de mangueras.

Otro punto a tener en cuenta es la verificación de la certificación de los proveedores la cual la realiza el almacén general, el cual debe velar por la calidad de la materia prima, los documentos que se exigen son los siguientes:

- **Plan de garantía**
- **Evaluación de desempeño de proveedores**

#### **b) Insumos**

Los insumos utilizados por la División de Materiales Compuestos son los establecidos en el listado de materia prima descrito en el capítulo número 2, los cuales deben tener el tratamiento recomendado por los proveedores en cuanto a manipulación y almacenamiento. A estos, se les debe realizar una verificación al momento de su recepción tanto de las especificaciones con que se compraron, como a la calidad según lo establecido por la norma correspondiente (ISO 9001/2000)

#### **c) Recursos Físicos**

Los recursos físicos con que cuenta la División de Pinturas y Recubrimientos, están constituidos por la maquinaria y equipo descritos en el capítulo 2. Estos deben mantenerse en perfecto estado y en capacidad operativa, por tanto se debe tomar medidas en cuanto al plan de mantenimiento de la División.

#### **d) Sub procesos:**

Los subprocesos o actividades productivas que se dan de manera generalizada en la ejecución de los procesos productivos de la División de Pinturas y Recubrimiento, son los siguientes:

Para el proceso de preparación de superficie se dan los siguientes subprocesos:

- **Rasqueteo**
- **Lavado a Presión.**
- **Sandblasting.**

Para el proceso de aplicación de recubrimientos se dan los siguientes subprocesos:

- **Aplicación de esquema de pinturas**
- **Aplicación de otras pinturas**

### **3.1 ANÁLISIS DE LAS CAUSAS DEL PROBLEMA.**

#### **3.1.1 Listado de causas.**

##### ***Materiales Compuestos:***

1. No se cuenta con herramientas (pruebas) que aseguren la calidad del producto.
2. No se tiene en cuenta las horas/máquinas al momento de estimar los costos de producción.
3. No se retroalimentan los costos a la oficina de estimación una vez ejecutados los proyectos.
4. No se tiene seguimiento sobre procesos de planeación definidos.
5. Existen inconsistencias en la determinación de los costos de producción.
6. Maquinaria en mal estado.
7. Falta de control en ejecución del plan de mantenimiento.
8. Falta de indicadores de productividad.
9. Inexistencia oportuna de materia prima.
10. Pérdida de personal operativo con experiencia y conocimiento adquirido.
11. Deterioro de materia prima por malas condiciones de almacenamiento.

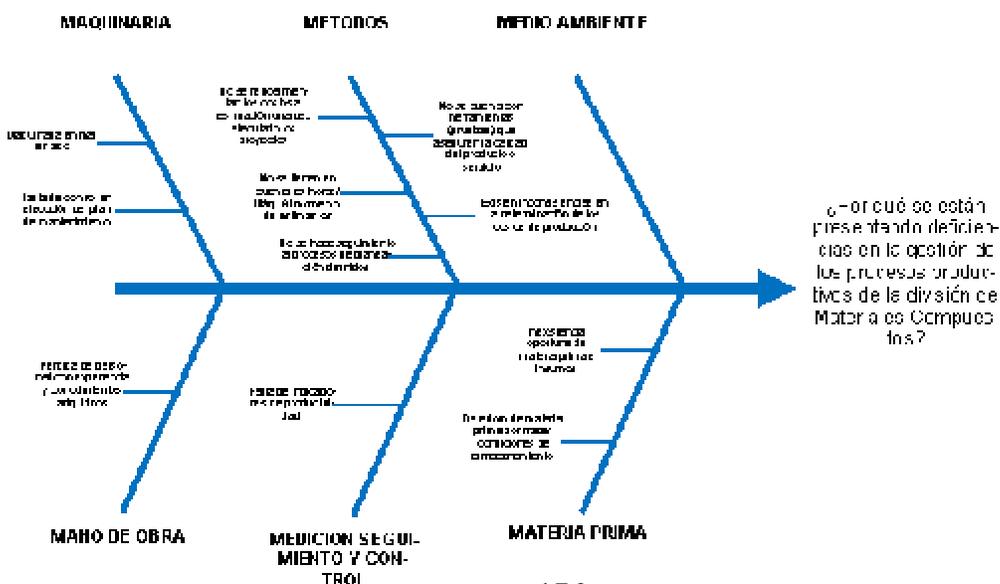
##### ***Pinturas y Recubrimientos:***

1. Falta de coordinación entre las divisiones para la programación de las actividades.

2. No se cumplen los procedimientos en su totalidad.
3. Los métodos utilizados para medir las áreas en las cuales se va a ejecutar un proceso no son totalmente confiables.
4. Falta de control en la ejecución de los trabajos realizados por terceros.
5. inconvenientes al realizar trabajos en alturas.
6. El mantenimiento ejecutado es correctivo.
7. Retraso en la ejecución de procesos debido a condiciones ambientales inadecuadas.
8. Herramientas en mal estado.
9. Existen inconsistencias en la determinación de los costos de producción.
10. No cumplimiento de las normas de seguridad industrial.

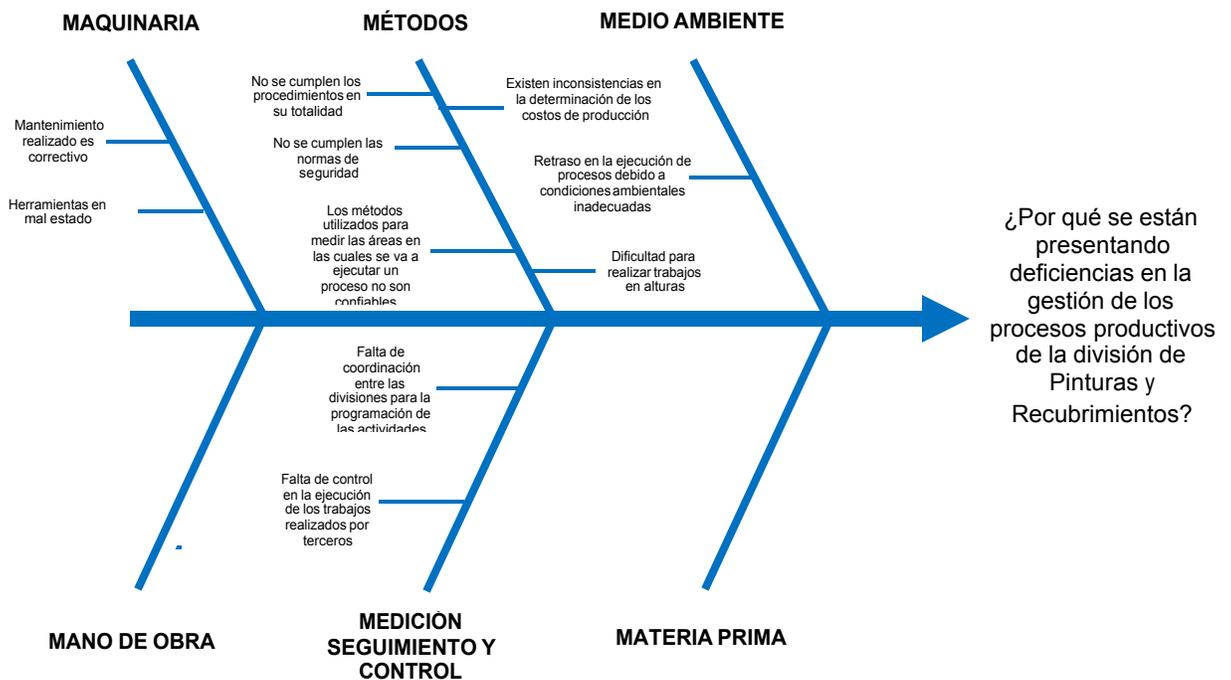
A continuación en la figura 53 se presentara el diagrama de causa – efecto, o diagrama de Ishikawa, para la division de materiales compuestos y en la Figura 54 el diagrama de causa – efecto, o diagrama de Ishikawa, para la division de Pinturas y Recubrimientos con los cuales basados en las variables analizadas en el capitulo 2 (Maquinaria y Equipo, Mano de obra, Materia prima, Métodos y procedimientos, *Management*, Medios logísticos, Medición seguimiento y control), se podrá encontrar la causa raíz, que ocasionan las deficiencias evidenciadas.

**Figura 53.** Diagrama Causa – Efecto Para la División de Materiales Compuestos



Fuente: Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

Figura 54. Diagrama Causa – Efecto Para la División de Pinturas y Recubrimientos



Fuente: Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

### 3.1.2. Establecimiento de correlación.

Teniendo listadas las causas y síntomas, se procede a realizar la matriz de causalidad de problemas con la participación de las personas encargadas de las áreas productivas objeto de estudio para poder identificar la causa raíz

bajo los siguientes parámetros:

- 0 – Correlación nula
- 1 – Correlación baja
- 2 – Correlación intermedia
- 3 – Correlación alta

A continuación en la Tabla 48 se presentara la matriz de causalidad de problemas para la división de Materiales Compuestos y en la Tabla 49 para la división de pinturas.

**Tabla 48.** Matriz de causalidad de problemas para la división Materiales compuestos

PROBLEMAS	Aseguramiento de la calidad	Estimación de horas/maquina	Retroalimentación de costos	Procesos de planeación	Inconsistencia en costos de producción	Maquinaria en mal estado	Control del plan de mantenimiento	Indicadores de productividad	Disponibilidad de materia prima	Perdida de operarios con experiencia	Condiciones de almacenamiento	ACTIVOS
Aseguramiento de la calidad	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Estimación de horas/maquina	0	0	1	3	0	0	0	0	0	0	0	4
Retroalimentación de costos	0	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	8
Procesos de planeación	0	1	0	2	0	0	0	2	0	0	0	5
Inconsistencia en costos de producción	0	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	9
Maquinaria en mal estado	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Control del plan de mantenimiento	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
Indicadores de productividad	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Disponibilidad de materia prima	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
Perdida de operarios con experiencia	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Condiciones de almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<b>PASIVOS</b>	2	8	4	11	8	3	0	0	4	0	0	

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

**Tabla 49.** Matriz de causalidad de problemas para la división de Pinturas

PROBLEMAS	Falta de coordinación entre divisiones	Incumplimiento de procedimientos	Métodos inadecuados para medición	Falta de control a trabajos tercerizados	Trabajos en altura	Mantenimiento correctivo	Condiciones ambientales inadecuadas	Herramientas en mal estado	Inconsistencias en costos de producción	Incumplimiento de normas de seguridad industrial	ACTIVOS
Falta de coordinación entre divisiones		1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Incumplimiento de procedimientos	0		0	1	2	0	0	0	0	2	5
Métodos inadecuados para medición	0	0		0	2	0	0	0	2	0	4
Falta de control a trabajos tercerizados	0	2	0		0	0	0	0	0	0	2
Inconvenientes para trabajos en altura	0	3	3	0		0	0	1	0	3	10
Mantenimiento correctivo	0	2	0	0	2		0	2	0	0	6
Condiciones ambientales inadecuadas	0	3	0	0	3	0		0	0	0	6
Herramientas en mal estado	0	2	1	0	3	0	0		0	2	8
Inconsistencias en costos de producción	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Incumplimiento de normas de seguridad industrial	0	2	0	0	0	0	0	1	0		3
<b>PASIVOS</b>	0	<b>13</b>	3	1	9	0	0	4	2	7	

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

### 3.1.3 Priorización de las causas.

El proceso de priorización de causas consiste en clasificar las posibles causas de acuerdo con la influencia que posean sobre el problema. Para esto se realizará una representación analítica con base en la correlación existente entre las causas, de esta manera se clasificarán los problemas de la siguiente manera:

Problemas Indiferentes: Son aquellos problemas que no tienen relevancia dentro de la problemática que se está tratando.

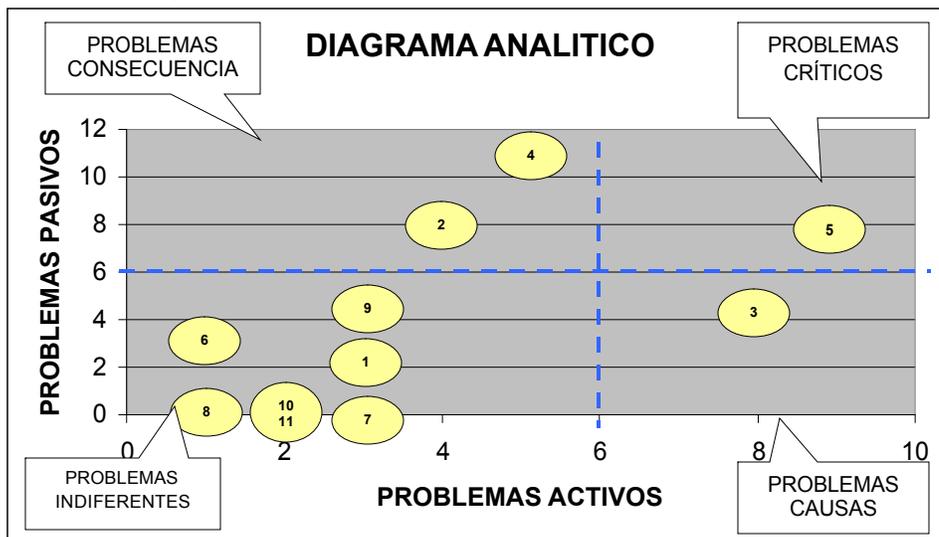
Problemas Críticos: Son la causa raíz de los problemas.

Problemas Causas: Son los problemas que contribuyen a que la causa raíz se presente.

Problemas Consecuencias: son aquellos problemas que se presentan como consecuencia de la causa raíz.

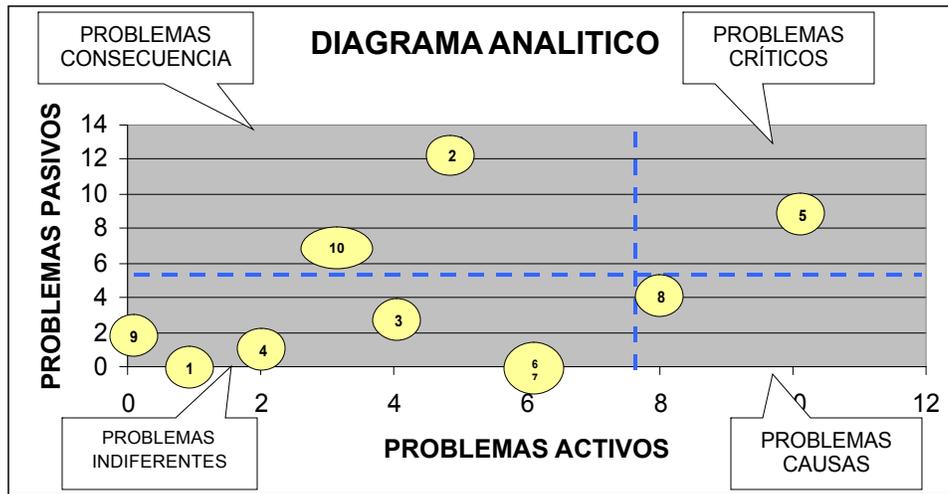
A continuación en el Grafico 3. Se mostrara el diagrama analítico para la division de materiales compuestos

**Grafico 3.** Diagrama analítico de la división de materiales compuestos



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

**Grafico 4.** Diagrama Analítico de Pinturas



**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Perez e Ing. Susana Rodriguez)

### 3.1.4 Determinación de la causa raíz.

- **Materiales Compuestos:**

La matriz de correlación muestra claramente como las inconsistencias en la determinación de los costos de producción traen como consecuencia que la planeación de los proyectos no se ajuste a la ejecución real y por tanto no se puede llevar un control adecuado de los recursos a utilizar.

- **Pinturas y Recubrimientos:**

La matriz de correlación muestra claramente que el mal estado de las herramientas que se utilizan en la ejecución de los trabajos en alturas y

por trae como consecuencia muchas veces el incumplimiento de los procedimientos debido a que no se pueden realizar de manera efectiva estos procesos a ciertas alturas, esto conlleva a que no se cumplan las normas de seguridad industrial establecidas por la Corporación y causar accidentes de trabajo.

Los resultados de este diagnostico del proyecto fueron los siguientes:

**Tabla 50.** Resultado del diagnostico

FASE DEL PROYECTO	RESULTADOS OBTENIDOS POR DIVISIÓN	
	MATERIALES COMPUESTOS	PINTURAS
Identificación, Caracterización y Categorización de los procesos.	Cumple	Cumple
Identificación de productos o servicios por proceso.	Parcialmente	Parcialmente
Identificación de variables de producto o servicio por categoría.	Parcialmente	Parcialmente
Identificación de variables del proceso por grupo, maquinaria y equipo.	Parcialmente	Parcialmente
Análisis de mano de obra.	Cumple	Cumple
Análisis de materia prima.	Parcialmente	Parcialmente
Análisis de los métodos de trabajo.	Parcialmente	Parcialmente
Análisis de Management – Cultura organizacional	Parcialmente	Cumple
Análisis de medios logísticos.	Parcialmente	Parcialmente
Análisis de medición, seguimiento y control	Parcialmente	Parcialmente

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodriguez)

#### 4. PLAN DE ACCIÓN

Luego de haber identificado las causas raíces de las desventajas y restricciones de la gestión de del sistema productivo de las Divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas de COTECMAR, se procederá a plantear propuestas de herramientas que permitan realizar la medición, el seguimiento y el control de las variables que tienen incidencia en la gestión del sistema productivo, utilizando para esto algunas técnicas de mejoramiento continuo.



➤ **CICLO PHVA:**

Con la utilización del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar, Actuar) se desarrollara el mejoramiento continuo de las Divisiones de Materiales Compuestos y pinturas, cabe mencionar que para este estudio únicamente se analizara la fase planear:

• **Planear:**

Dentro de la planeación que se debe realizar en las Divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas y recubrimientos, para el año de 2007, se debe hacer especial énfasis en la solución de las deficiencias encontradas en las divisiones de materiales compuestos y pinturas, estas deficiencias son ocasionadas por las siguientes causas:

- a) Inconsistencias en la determinación de los costos de producción.
- b) Inconvenientes para ejecutar los trabajos en alturas.

**4.1. Establecimiento de contramedidas, plan de acción (5W 1H).**

Las contramedidas son las estrategias diseñadas para tratar de solucionar el problema, cabe resaltar que para la formulación de las mismas se tuvo en cuenta la opinión de las personas encargadas de las divisiones en estudio.

El establecimiento de las contramedidas se hará con base en los resultados arrojados en el análisis de las causas del problema, con el fin de que sean direccionadas a la eliminación de la causa raíz.

Como contramedida, se hará el diseño de un plan de acción enfocado a la solución del problema crítico. El plan de acción consiste en especificar qué, quién, cuándo, dónde, por qué y cómo se va a hacer, con el fin de establecer un marco de referencia que sirva como guía para COTECMAR – planta Mamonal, en el

desarrollo del plan de acción, y que además facilite el proceso de mejora continua en la empresa contribuyendo con el incremento de la productividad.

#### 4.2. Propuesta N°1.

**Meta:** Evitar que se sigan presentando las inconsistencias en la determinación de los costos de producción de la división de Materiales Compuestos del Departamento de Producción de COTECMAR Planta Mamonal, en un 80%.

**Tabla 51.** Plan de acción para la división de Materiales Compuestos

QUE (WHAT)	QUIEN (WHO)	CUANDO (WHEN)	DONDE (WHERE)	POR QUÉ (WHY)	COMO (HOW)
Modificar los procedimientos P-DEPROMA-82-001, Reparación de piezas y/o recubrimiento en Materiales Compuestos. P-DEPROMA-82-002, "Construcción de piezas". P-DEPROMA-82-003, "Construcción de moldes". P-DEPROMA-82-004, "Construcción de modelos"	Departamento de Normalización.  Jefe de la división de Materiales Compuestos.	01/ENE/2007	COTECMAR PLANTA MAMONAL (división de Materiales Compuestos).	Actualmente no se está retroalimentando a la división de estimación de costos, con información referente a los costos reales de producción, de los proyectos ejecutados por parte de la división de Materiales Compuestos.	Haciendo una solicitud formal de cambio de procedimiento, por parte del jefe de la división, al departamento de normalización, donde se especifiquen que se deben retroalimentar los costos de horas/hombre, horas/máquina y cantidad de materiales, por cada proyecto ejecutado.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez)

#### **Análisis de Costos de la Propuesta:**

De acuerdo con las estadísticas de los proyectos de construcción ejecutados en el año 2006 por la división de Materiales Compuestos, el 75% de estos proyectos presentaron inconsistencia en cuanto a los costos de materia prima, y el 68.75% presentaron inconvenientes en cuanto a los costos de mano de obra.

Ocasionando con esto que el margen de contribución de los proyectos no sea el esperado.

De acuerdo con lo anterior, el hecho de que existan inconsistencias en el establecimiento de los costos de producción ocasiona los siguientes costos para la empresa.

➤ Sobre costos por mala estimación de materiales en promedio:

Después de agotados los materiales se debe invertir en promedio ½ hora del jefe de la división para diligenciar un nuevo pedido, ½ hora de un alistador de materiales de nuevas construcciones para diligenciar una nueva requisición. Si hay existencia en el almacén general de la materia prima requerida se puede retirar una vez hecha la requisición. Si no hay existencia de la materia prima requerida en el almacén, los proveedores tardan en despacharla un promedio de 3 días.

- Salario del jefe de la división: \$2.300.000 mensuales; \$9.583,<sup>33</sup> / hora
- Salario del alistador de materiales \$1.300.000 mensuales; \$5.416,<sup>67</sup> / hora

Entonces.

Si hay existencia de materia prima en el almacén general los costos son:

$$(1/2h * \$9.583,<sup>33</sup> / hora) + (1/2 h * \$5.416,<sup>67</sup> / hora) =\$ 7.500$$

Más una hora del equipo de trabajo = \$16.916,<sup>67</sup>

Más papelería

Total de costos incurridos = \$24.416,<sup>67</sup>

➤ Sobre costos por mala estimación de tiempo (h/h):

En promedio la ejecución de un proyecto se retrasa 2 días.

Un equipo de trabajo se compone de 1 supervisor, 1 jefe de grupo, 2 fiberreros.

- Salario de un supervisor: \$1.450.000 mensuales; \$48.333.<sup>33</sup> diarios.
- Salario de un jefe de grupo \$960.000 mensuales; \$32.000 diarios.
- Salario de un fiberrero: \$82.500 mensuales; \$27.500 diarios.

### 4.3. Propuesta N°2.

**Meta:** establecer un mecanismo de control que permita disminuir en un 50% los retrasos al ejecutar los procesos de la división de Pinturas y Recubrimientos, que se realizan en altura de una manera adecuada y cumpliendo con las normas de seguridad industrial.

**Tabla 52.** Plan de acción para la División de Pinturas y Recubrimientos

QUE (WHAT)	QUIEN (WHO)	CUANDO (WHEN)	DONDE (WHERE)	POR QUÉ (WHY)	COMO (HOW)
Sancionar a la empresa contratista que incumpla con los tiempos de ejecución de los trabajos	Jefe de la división de Pinturas y Recubrimientos	01/ENE/2007	COTECMAR PLANTA MAMONAL (división de Pinturas y recubrimientos)	Actualmente no se tiene un encargado para esta labor y son los supervisores quienes deben verificar el mantenimiento de los equipos y herramientas de la división ocasionando retrasos en la ejecución de los procesos productivos	Haciendo un requerimiento de vinculación de un técnico en mantenimiento, para encargarlo de controlar y verificar el estado de los equipos y herramientas de la división.

**Fuente:** Autores (Ing. Juan Carlos Pérez e Ing. Susana Rodríguez)

- Mantenimiento total del equipo (Overhauling) en promedio (\$45.000.000 cada 3 meses) / (3 meses)	=
<b>\$15.000.000</b>	
- Multa por día de retraso (\$12.500.000 por día) x (6 días)	=
<b>\$75.000.000</b>	
- Salario mensual Ing. Mecánico	=
<b>\$1.296.000</b>	
- Computador	=
<b>\$1.700.000</b>	
- Mueble de oficina	=
<b>\$432.000</b>	
- Silla para oficina	=
<b>\$70.000</b>	
- Gastos generales / mes	=
<b>\$580.000</b>	
- Papelería	=
<b>\$150.000</b>	
<b>TOTAL COSTOS</b>	
<b>=\$124.228.000</b>	

## CONCLUSIONES

COTECMAR, es una Corporación de Ciencia y Tecnología que produce bienes y ofrece servicios, y para lograr avanzar en términos de competitividad, obtener un óptimo desempeño en las operaciones de manufactura y/o servicio, la administración de las operaciones de cada una de las áreas productivas objeto de estudio, debe establecer de una manera sistemática de considerar los procesos organizacionales, recurriendo al pensamiento analítico para abordar problemas del mundo real.

Teniendo en cuenta los requerimientos de información acerca del estado actual de los sistemas productivos de las divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas y recubrimientos, necesarios para encontrar y proponer soluciones que permitan mejorar la gestión productiva, se llevo a cabo esta investigación donde en una primera etapa se realizo el diagnostico de las divisiones en estudio, con la pretensión de establecer un panorama actual de la gestión de los procesos participantes en el sistema productivo de las áreas objeto de estudio, utilizando para esto información evidenciada mediante documentación corporativa elaborada y suministrada por funcionarios que hacen parte de la Corporación, o que hacen parte de análisis gerenciales, entrevistas al personal, y a través de bases documentales de consulta.

Una vez analizada la situación actual y evidenciar las falencias existentes en la gestión productiva de las divisiones en estudio, se identificaron las causas más significativas, en la ocurrencia de esta, utilizando herramientas de gestión y planificación tales como el Diagrama de Ishikawa y Matriz de Causalidad, lo que nos permitió encontrar la causa raíz de las falencias encontradas en las divisiones estudiadas.

Dichas causas son las siguientes:

***Materiales Compuestos:***

1. No se cuenta con herramientas (pruebas) que aseguren la calidad del producto.
2. No se tiene en cuenta las horas/máquinas al momento de estimar los costos de producción.
3. No se retroalimentan los costos a la oficina de estimación una vez ejecutados los proyectos.
4. No se realiza seguimiento a los procesos de planeación.
5. Existen inconsistencias en la determinación de los costos de producción.
6. Maquinaria en mal estado.
7. Falta de control en ejecución del plan de mantenimiento.
8. Falta de indicadores de productividad.
9. Inexistencia oportuna de materia prima.
10. Pérdida de personal operativo con experiencia y conocimiento adquirido.
11. Deterioro de materia prima por malas condiciones de almacenamiento.

***Pinturas y Recubrimientos:***

1. Falta de coordinación entre las divisiones para la programación de las actividades.
2. No se cumplen los procedimientos en su totalidad.
3. Los métodos utilizados para medir las áreas en las cuales se va a ejecutar un proceso no son totalmente confiables.
4. Falta de control en la ejecución de los trabajos realizados por terceros.
5. Falta de personal que se encargue específicamente del control y verificación del estado de la maquinaria.
6. inconvenientes al realizar trabajos en alturas.
7. El mantenimiento ejecutado es correctivo.
8. Retraso en la ejecución de procesos debido a condiciones ambientales inadecuadas.

- 9.** Sobreutilización de operarios en la ejecución de procesos.
- 11.** Existen inconsistencias en la determinación de los costos de producción.
- 12.** No cumplimiento de las normas de seguridad industrial.

Por último se llevó a cabo el diseño de contramedidas con base en las metas de mejora establecidas para que estas conlleven al aumento de la productividad en la gestión productiva de las divisiones de Materiales Compuestos y Pinturas y recubrimiento del Departamento de Producción de COTECMAR Planta mamonal.

Para esto se propuso un plan de acción para el cumplimiento de las metas propuestas, bajo la estructura de las 5W y una H, en la cual se observó una relación de costos – beneficio favorable con relación a las propuestas presentadas, las cuales están enfocadas en el mejoramiento del sistema productivo.