

**PLAN DE PRODUCCIÓN DE BARCAZAS TIPO TINA EN ASTILLEROS
ASTIVIK S.A.**

**JAIME FRANCISCO BELLIDO MENDOZA
MARYCRUZ NIÑO VALIENTE**

**TECNOLÓGICA DE BOLIVAR CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARTAGENA, D.T. Y C.**

2001

**PLAN DE PRODUCCIÓN DE BARCAZAS TIPO TINA EN ASTILLEROS
ASTIVIK S.A.**

**JAIME FRANCISCO BELLIDO MENDOZA
MARYCRUZ NIÑO VALIENTE**

**Proyecto de Trabajo de Grado presentado como requisito parcial para optar
al título de ingeniero industrial**

**Director
JUAN ANTONIO MORALES A.
Ingeniero Industrial**

**TECNOLÓGICA DE BOLIVAR CORPORACIÓN UNIVERSITARIA
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIAL
CARTAGENA, D.T. Y C.**

2001

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Cartagena DT y C, 17 de abril de 2001

ARTICULO 105. La institución se reserva el derecho de propiedad intelectual de todos los trabajos de grado aprobados los cuales no pueden ser explotados comercialmente sin autorización . esta observación debe quedar impresa en parte visible del proyecto.

A Dios,

A mis padres

Jaime Niño, Genis Valiente

Y Jaime mi hermano

A Dios,

A Mis Padres

Lucia Mendoza, Jaime Bellido

A Mis Hermanos

Y a toda mi familia

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

A Dios por habernos permitido salir adelante en la culminación de este proyecto.

Orlando Castañeda Vanegas, Ingeniero Naval, por su valiosa y constante colaboración en el desarrollo y culminación de este trabajo.

Martín Cerro Rodríguez, Director de operaciones de Astivik S.A., por su apoyo incondicional.

William Medina Eljach, Vicepresidente de Astivik S.A., por su valiosa colaboración.

Dover, Ingeniero de operaciones, por su grandísima colaboración y por su tiempo de consultas.

Cartagena de Indias DT y C, Abril 17 de 2001

Señores

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

Atn. Miembros Comité Proyecto de Grado

Ciudad

Respetados Señores,

Por medio de la presente nos permitimos presentarle a consideración, el trabajo de grado titulado “**PLAN DE PRODUCCIÓN DE BARCAZAS TIPO TINA EN ASTILLEROS ASTIVIK S.A.**” presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial.

Agradeciéndoles su amable colaboración.

Atentamente,

MARYCRUZ NIÑO VALIENTE

JAIME F. BELLIDO MENDOZA

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
1. GENERALIDADES	3
ASTILLERO	3
EVOLUCION HISTORICA DE LOS ASTILLEROS EN EL MUNDO	3
1.2.1 Descripción General del Proceso de Diseño y Construcción Actual en la Mayoría de los Astilleros	4
1.2.2 Generaciones de los astilleros	9
1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ASTILLEROS EN COLOMBIA	13
1.4 ASTILLEROS ASTIVIK S.A.	15
1.4.1 Ubicación Geográfica	15
1.4.2 Historia	16
1.4.3 Estructura Organizativa	17
1.4.4 Descripción de Procesos de Mantenimiento de Embarcaciones	18
1.4.5 El proceso de manufactura en Astivik S.A	18
1.4.6 Reconversión de Astivik S.A. de un Astillero de Mantenimiento un Astillero de Construcción y de Mantenimiento	19
2. DESARROLLO DE LOS REQUERIMIENTOS	21
ANALISIS DEL MERCADO	23
Antecedentes	24

Descripción de la Oportunidad	40
Objetivos	42
Lista de Necesidades	43
Fuentes de Información	45
Modelo para la recolección de datos	46
Determinación de una muestra representativa	47
Información Secundaria	47
ANALISIS DE LOS RESULTADOS	51
METODOLOGIA TÉCNICA DE LA DETERMINACION DE LA DEMANDA	66
CONCLUSIONES	72
3. ESTUDIO DE TIEMPOS	74
3.1 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	75
3.2 OPERACIONES	76
3.2.1 Limpieza o Sandblasting	76
3.2.2 Pintura	77
3.3.3 Corte de láminas y perfiles	78
3.3.4 Metal Inert Gas (MIG/MAG).	80
3.3.5 Sumerg Arc Welding (SAW).	81
3.3.6 Electrodo revestido	82
3.3.7 Rolado de láminas	83
3.3 TIEMPO ESTANDAR	84
3.3.1 Tolerancias	84
3.3.1.1 Determinación de los márgenes	87

3.3.1.2 Aplicación de los Márgenes o tolerancias	89
3.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE HOMBRE Y MAQUINA	93
3.4.1 Descripción de diagrama de proceso hombre y máquina	93
4. DETALLE DE DISEÑO Y PLANEACIÓN	101
4.1 ESPECIFICACIONES DE LA BARCAZA TIPO TINA	101
4.1.1 Componentes de la barcaza tipo tina	102
4.2 MATERIA PRIMA	106
4.2.1 Acero	106
4.2.2 Pintura	109
4.2.3 Arena	111
4.2.4 Electrodo de Soldadura por Proceso Electrodo Revestido	111
4.2.5 Alambres para Soldar Aceros al Carbono y de Baja Aleación por Proceso de Arco Sumergido (Saw).	118
4.2.6 Alambres para Soldar Aceros al Carbono y de Baja Aleación por Proceso MIG/ MAG.	119
4.1.7 Perfiles	120
4.2.8 Fundente	121
4.3 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO	123
4.3.1 Selección de proceso productivo de barcazas tipo tina	124
4.3.1.1 Diseño modular	125
4.3.1.2 Proceso flujo intermitente	131
4.3.1.3 Proceso flujo repetitivo	135
4.3.2 Diagrama de operaciones del proceso	135
4.4 ANALISIS CUELLO DE BOTELLA DE LAS OPERACIONES	137

4.5 BALANCEO DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN	142
4.5.1 Procedimiento de los seis pasos para lograr el equilibrio de línea de ensamble	143
4.6 DETERMINACION DE LOS RECURSOS PARA LA PRODUCCION DE BARCAZAS	153
4.6.1 Materia Prima	153
4.6.2 Maquinaria	154
4.6.3 Mano de obra	157
4.7 PROGRAMACION DE LA PRODUCCIÓN	159
4.7.1 Diagrama Gantt	160
5. DISTRIBUCION FISICA DEL ASTILLERO	174
DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL	176
DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROPUESTA	180
Tipos de distribución	180
Diseño de la distribución orientada al producto	182
Diseño detallado	184
Diagrama de afinidad	187
6. MANEJO DE MATERIALES	191
PROCESO DE COMPRA DE LOS MATERIALES	193
MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	199
6.2.1 Proceso de Recepción de los Materiales	200
6.2.1.1 Recepción y almacenamiento de materias primas	201
6.2.1.2 Recepción y almacenamiento de materiales de producción	206
6.2.1.3 Recepción y almacenamiento de materiales indirectos	207

6.2.2 Limpieza y Pintura de Láminas y Perfiles	209
6.2.3 Prefabricación de Acero	210
6.2.4 Ensamble de Sublocks y Blocks	222
6.2.5 Ensamble Final y Botadura	226
6.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO	229
7. CONTROL DE CALIDAD	230
7.1 DIAGNOSTICO DEL CONTROL DE CALIDAD ACTUAL EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN ASTIVIK S.A..	231
7.1.1 Control de la Materia Prima	231
7.1.2 Control en el proceso de reparación	234
7.1.3 Control en el producto final	235
7.2 CONTROL DE CALIDAD PROPUESTO	236
7.2.1 Materia Prima	237
7.2.2 Control de Calidad en el Proceso	241
7.2.3 Inspección Al Producto Final	253
8. EVALUACIÓN ECONOMICA	255
9. CONCLUSIONES	264
BIBLIOGRAFÍA	268
ANEXOS	271

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Capacidad de transporte de las líneas férreas al cerrejón	29
Cuadro 2. Perspectiva de exportación e infraestructura de transporte y embarque requerida para el S XXI.	34
Cuadro 3. Posibles puertos de exportación	35
Cuadro 4. Tabulación de la pregunta 1	51
Cuadro 5. Tabulación de la pregunta 4	53
Cuadro 6. Tabulación de la pregunta 6	54
Cuadro 7. Tabulación de la pregunta 7	55
Cuadro 8. Tabulación de la pregunta 8	57
Cuadro 9. Tabulación de la pregunta 10	58
Cuadro 10. Tabulación de la pregunta 11	59
Cuadro 11. Tabulación de la pregunta 13	61
Cuadro 12. Tabulación de la pregunta 14	63
Cuadro 13. Volúmenes de exportación de carbón en Tamalameque y Carare	67
Cuadro 14. Distancia recorrida de los puertos a las ciudades de Cartagena y Barranquilla	67
Cuadro 15. Velocidad de navegación	68
Cuadro 16. Tiempo de los viajes de los convoy	69
Cuadro 17. Viajes convoy por año	69
Cuadro 18. Determinación del número de convoys	70

Cuadro 19. Número de barcazas demandadas	71
Cuadro 20. Tiempos de la máquina de corte con plasma automática	79
Cuadro 21. Tiempos de la máquina de corte con plasma manual	80
Cuadro 22. Tiempo de la Soldadura MIG/MAG	81
Cuadro 23. Tiempo de la soldadura SAW	82
Cuadro 24. Tiempo de la soldadura electrodo revestido	83
Cuadro 25. Tiempo de la operación de rolado	83
Cuadro 26. Cuadro de suplementos	88
Cuadro 27. Tiempos asignado	91
Cuadro 28. Especificación de la barcaza tipo tina estándar	101
Cuadro 29. Propiedades del acero naval	108
Cuadro 30. Especificación comercial de las láminas de acero	108
Cuadro 31. Clasificación de las pinturas.	110
Cuadro 32. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado E- 6010	112
Cuadro 33. Amperajes de la soldadura E- 6010	113
Cuadro 34. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado E- 6010	114
Cuadro 35. Amperajes de la soldadura E- 6010	114
Cuadro 36. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado 6011	115
Cuadro 37. Amperajes recomendados 6011	115
Cuadro 38. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado 6012	116
Cuadro 39. Amperajes recomendados 6012	117
Cuadro 40. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado 7024	118
Cuadro 41. Amperajes recomendados 7024	118

Cuadro 42. Composición Química del alambre EM 13K	119
Cuadro 43. Propiedades mecánicas típicas del deposito ER70S-6	120
Cuadro 44. Composición química típica del alambre ER70S-6	120
Cuadro 45. Canales Americanos Estándar	121
Cuadro 46. Ángulos	121
Cuadro 47. Combinaciones típicas Fundente – Electrodo de acuerdo con AWS A5.17.	122
Cuadro 48. Simbología del diagrama de operaciones	136
Cuadro 49. Tiempo de ensamble de cada block	137
Cuadro 50. Montaje de 30 unidades de MB1	138
Cuadro 51. Montaje de 15 unidades MB2	138
Cuadro 52. Montaje de 30 WI	139
Cuadro 53. Montaje de 15 EN	139
Cuadro 54. Montaje de 15 RK	139
Cuadro 55. Montaje final de 15 barcazas	140
Cuadro 56. Operaciones de ensamble de la barcaza	144
Cuadro 57. Predecesoras de las operaciones de montaje final	147
Cuadro 58. Tiempo restante en los centros de trabajo	148
Cuadro 59. Operaciones para balance de MB1	149
Cuadro 60. Operaciones para balance de MB2	150
Cuadro 61. Operaciones para balance de WI	150
Cuadro 62. Operaciones para balance de RK	151
Cuadro 63. Operaciones para balance de EN	152

Cuadro 64. Tiempo de operación del block MB1	155
Cuadro 65. Asignación de equipos para cada block	156
Cuadro 66. Resumen maquinas para satisfacer la demanda	157
Cuadro 67. Diagrama CPM de la fabricación y ensamble de 15 barcas anuales	162
Cuadro 68. Departamentos propuesto del astillero	185
Cuadro 69. Relaciones de proximidad de los departamentos	187
Cuadro 70. Características de calidad de la lámina	238
Cuadro 71. Tolerancias desgaste de perfiles	239
Cuadro 72. Característica de calidad de los insumos de soldadura	241
Cuadro 73. Característica de calidad de la operación de limpieza	242
Cuadro 74. Características de calidad en la operación pintura	243
Cuadro 75. Características de calidad en la operación corte	245
Cuadro 76. Inspección visual de la soldadura	249
Cuadro 77. Inversión en maquinaria	255
Cuadro 78. Flujos de caja proyectado	259

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Etapas de la construcción de una embarcación	5
Figura 2. Generaciones de los Astilleros	9
Figura 3. Localización de Astivik S.A. en la ciudad de Cartagena.	15
Figura 4. Producción de carbón en Colombia	25
Figura 5. Exportaciones de carbón en Colombia	25
Figura 6. Actividad de las empresas carboneras	51
Figura 7. Medios de transporte utilizados por las empresas exportadoras de carbón	53
Figura 8. Costo de la ultima barcaza adquirida por empresas carboneras y en que año	55
Figura 9. Grado de satisfacción con las compañías de las barcazas tipo tina que han adquirido	57
Figura 10. Inventario de barcazas tipo tina de las empresas carboneras	59
Figura 11. Actitud de compra de barcazas	60
Figura 12. Porcentaje de la cantidad de barcazas que piensan comprar las empresas exportadoras de carbón	61
Figura 13. Características que las compañías consideran importantes para la adquisición de barcazas tipo tina en Colombia.	64
Figura 14. Electrodo revestidos	111
Figura 15. Niveles de ensamble general de las barcazas	127
Figura 16. Grupos Tecnológicos para la fabricación de los blocks	133
Figura 17. Gráfico cuello de botella de las operaciones de	

grupos tecnológicos	140
Figura 18. Gráfico cuello de botella de las operaciones de montaje final	141
Figura 19. Estaciones de trabajo inicial del montaje final	145
Figura 20. Estaciones de trabajo final	148
Figura 21. Estaciones de trabajo del block MB1	149
Figura 22. Estaciones de trabajo del block MB2	150
Figura 23. Estaciones de trabajo del block WI	151
Figura 24. Estaciones de trabajo del block RK	151
Figura 25. Estaciones de trabajo del block EN	152
Figura 26. Distribución inicial en planta	183
Figura 27. Diagrama de afinidad	188
Figura 28. Diagrama de hilos	189
Figura 29. Etapa de compra	193
Figura 30. Ciclo de compra	194
Figura 31. Etapas de negociación en la compra	196
Figura 32. Grúa martillo del parque de láminas y perfiles	202
Figura 33. Elevador con ventosas electromagnéticas	203
Figura 34. Vista aérea del parque de materiales	204
Figura 35 . Pilas de láminas en soportes de cementos	205
Figura 36. Compresor de 900 CFM	209
Figura 37. Máquina de corte por plasma	212
Figura 38. Corte por plasma (vista de cerca)	212
Figura 39. Máquina de corte manual	214

Figura 40. Roladora de 40 pies	215
Figura 41. Dobladora de 20 pies	216
Figura 42. Equipo de soldadura SAW	219
Figura 43. soldadura de perfiles MIG- MAG	220
Figura 44. Puente Grúa con ventosas electromagnéticas	221
Figura 45. Equipo de electrodo revestido	223
Figura 46. Sitio de ensamble de proas	224
Figura 47. Subensamble del block de Proa	225
Figura 48. Diferenciales Industriales	225
Figura 49 . Izada de blocks a la línea de ensamble	226
Figura 50. Unión de los blocks en la línea de ensamble	227
Figura 51. Aplicación de pintura de acabado	227
Figura 52. Botadura de la barcaza	228
Figura 53. Ciclo de calidad	230
Figura 54. Control de calidad críticos	237
Figura 55. Diagrama causa -efecto para los defectos de pintura	244
Figura 56. Diagrama causa -efecto para cortes imperfectos	246
Figura 57. Diagrama causa –efecto para defectos de soldadura	251
Figura 58. Diagrama de tiempo	260

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Organigrama Astivik S.A.	272
Anexo B. Plano Planta Actual Astivik S.A.	273
Anexo C. Fotos de Reparaciones de Embarcaciones en Astivik S.A.	274
Anexo D. Encuesta Estructurada -No Encubierta	275
Anexo E. Artículos Incremento de Exportación de Carbón	276
Anexo F. Tiempo Promedio de la Operación de Limpieza	277
Anexo G. Tiempo Promedio de la Operación de Pintura	278
Anexo H. Márgenes para los Tiempos Tipo	279
Anexo I. Barcaza tipo tina	280
Anexo J. Planos de la Sección del Fondo (MB1-2)	281
Anexo K. Planos de la Sección del Ala (WI)	282
Anexo L. Planos de la Sección Proa (RK)	283
Anexo M. Planos de la Sección Popa (EN)	284
Anexo N. Lista de Piezas	285
Anexo O. Plano Planta Propuesto	286
Anexo P. Plano Taller de Prefabricación Propuesto	287
Anexo Q. Registro de inspección de la lámina de acero	288
Anexo R. Registro de inspección de insumo de soldadura	289
Anexo S. Registro de inspección de la aplicación de la pintura	290
Anexo T. Diagrama de Recorrido en la Planta Propuesta	291

Anexo U. Hoja de Procedimientos Propuesto para el Control de Calidad	292
Anexo V. Cotizaciones de los Materiales	293
Anexo W. Diagrama de Operaciones	294

GLOSARIO

ATRAQUE: acción de llegar a un muelle y asegurarse con cabos.

CALADO: Profundidad que alcanza en el agua la parte sumergida de una embarcación.

CASCO: cuerpo de una embarcación.

DÁRSENA: parte resguardada en un puerto.

DIQUE: parte de un puerto cerrada con obra de fabrica donde se puede reparar el casco de los buques.

ESLORA: longitud interior del buque desde la proa hasta la popa:

LAMINACIÓN: operación de reducir las barras de metal a láminas o barras de forma determinada, lo que se consigue haciéndolas pasar, calentadas al rojo, por laminadores.

MANGA: ancho del buque

MUELLE: lugar donde llegan las embarcaciones al término de un viaje.

PAQUETES DE TRABAJO: es el conjunto de actividades asignada a un grupo determinado de personas.

PUNTAL: distancia vertical comprendida entre la quilla y el bao de la cubierta principal.

REMOLCADOR: embarcación especialmente dispuesta para remolcar a los buques.

SANDBLASTING: consiste en impactar material abrasivo impulsados por un flujo de aire comprimido a alta velocidad sobre superficie metálica (Acero, Aluminio) esta presión nos permite el desprendimiento de los contaminantes superficiales adheridas tales como lumbres, capas de pinturas viejas, etc.

VARADERO: lugar donde se varan las embarcaciones para ser reparadas.

INTRODUCCIÓN

Observando el panorama del estado de inopia de la industria astillera en nuestro país y mas específicamente en la ciudad de Cartagena, refleja ante otras industrias astilleras de los países, desarrollados e incluso algunos subdesarrollados un estancamiento en su evolución la cual se demarcan la pobre utilización de tecnología y la inercia en los procesos de mantenimiento y no desarrollar proceso de construcción de embarcaciones. La razón principal por la cual los astilleros colombianos no construyen embarcaciones es la demanda escasa por parte del mercado, la cual no ha provocado la reconversión de los astilleros enfocados a la construcción, que es lo que realmente representa un astillero, ya que la perspectiva actual es que estos astilleros son mas bien talleres de reparación de embarcaciones.

La visión de los astilleros colombianos deberá cambiar por la influencia que presentará la exportación del carbón desde nuestro país, que por ser unos de los más apetecidos en el mercado por su calidad y bajo costo, aumentará progresivamente la demanda de este mineral; lo cual generará un transporte multimodal para su movilización hasta los puertos. En el transporte multimodal está la alternativa del transporte fluvial del carbón por medio de barcazas.

La acción va encaminada hacia los astilleros, ya que el aumento de la exportación de carbón al mundo generará por parte de las empresas carboníferas demanda de embarcaciones para el transporte fluvial y marítima del carbón y que es la oportunidad para que esta factoría pueda entrar a competir en el sector de la construcción de embarcaciones con los demás astilleros del mundo.

La alta demanda proyectada de estas embarcaciones en nuestro país crea la necesidad de diseñar un plan de producción para satisfacer la demanda tratando de minimizar los tiempos de entrega a los clientes, tratando de minimizar los costos para poder ofertar en el mercado internacional con la calidad exigida por las casas clasificadoras.

Con este diseño se presentará en los astilleros un cambio radical en el *KNOW HOW*. La tecnología y los procesos llevados a cabo actualmente darán la oportunidad a la aplicación de procesos nuevos como es la introducción de métodos de la ingeniería industrial, como es el diseño modular de fabricación de componentes a través de la metodología de grupos tecnológicos y la adquisición y gestión de alta tecnología para modernizar las instalaciones.

El método de construcción de la barcaza es muy flexible lo cual permitirá la construcción de embarcaciones de mayor envergadura o mas complejas, se limitaría solamente a la introducción del los sistemas eléctricos e hidráulicos que no posee una barcaza tipo tina de carga a granel.

1. GENERALIDADES

1.1 ASTILLERO

Establecimiento o factoría donde se efectúa la construcción y reparación de embarcaciones marítimas y fluviales.

1.2 EVOLUCION HISTORICA DE LOS ASTILLEROS EN EL MUNDO

La industria de la construcción de embarcaciones data de muchos años. La técnica de la construcción naval ha cambiado en respuesta a cambios en el diseño de los buques, materiales, mercado y métodos de construcción. La organización de las compañías de construcción naval también ha evolucionado de igual manera y en concordancia con estos factores.

A través de su historia, la construcción naval estuvo orientada a la habilidad en la mano de obra de las personas. Como tal, estuvo dependiendo exclusivamente de

la destrezas de los hombres que laboraban y las planeaciones eran realizadas previo al inicio de la construcción. Un modelo a escala o un simple dibujo de un barco propuesto era usado para guiar todo el proceso de construcción.

En la actualidad la competencia internacional se agudiza, la oferta de construcción es mayor que la demanda y la única solución para los astilleros es la especialización para determinados tipos de embarcaciones y dentro de ellos ofrecer una gama de tamaños, para llegar a una fabricación de determinados modelos que estudiados con todo detalle cubran las necesidades del tráfico marítimo y fluvial, desterrando por completo el concepto actual de que cada barco es un proyecto nuevo. De esta forma se consigue la máxima utilización de los recursos del astillero, la construcción se dá en serie y como consecuencia la posibilidad de automatizar y mecanizar los procesos de trabajo, disminuyen los costos de producción, haciendo rentable y competitivas las instalaciones.

1.2.1 Descripción General del Proceso de Diseño y Construcción Actual en la Mayoría de los Astilleros. El proceso de construcción de cada proyecto es planificado antes de empezar la construcción, dependiendo del cliente implicado y las especificaciones de la embarcación.

La planificación generalmente involucra un numero especifico de etapas. Estas

pueden ser resumidas como:

- Desarrollo de los requerimientos del propietario.
- Diseño preliminar.
- Contrato de diseño.
- Detalle de diseño y planeación.
- Construcción.

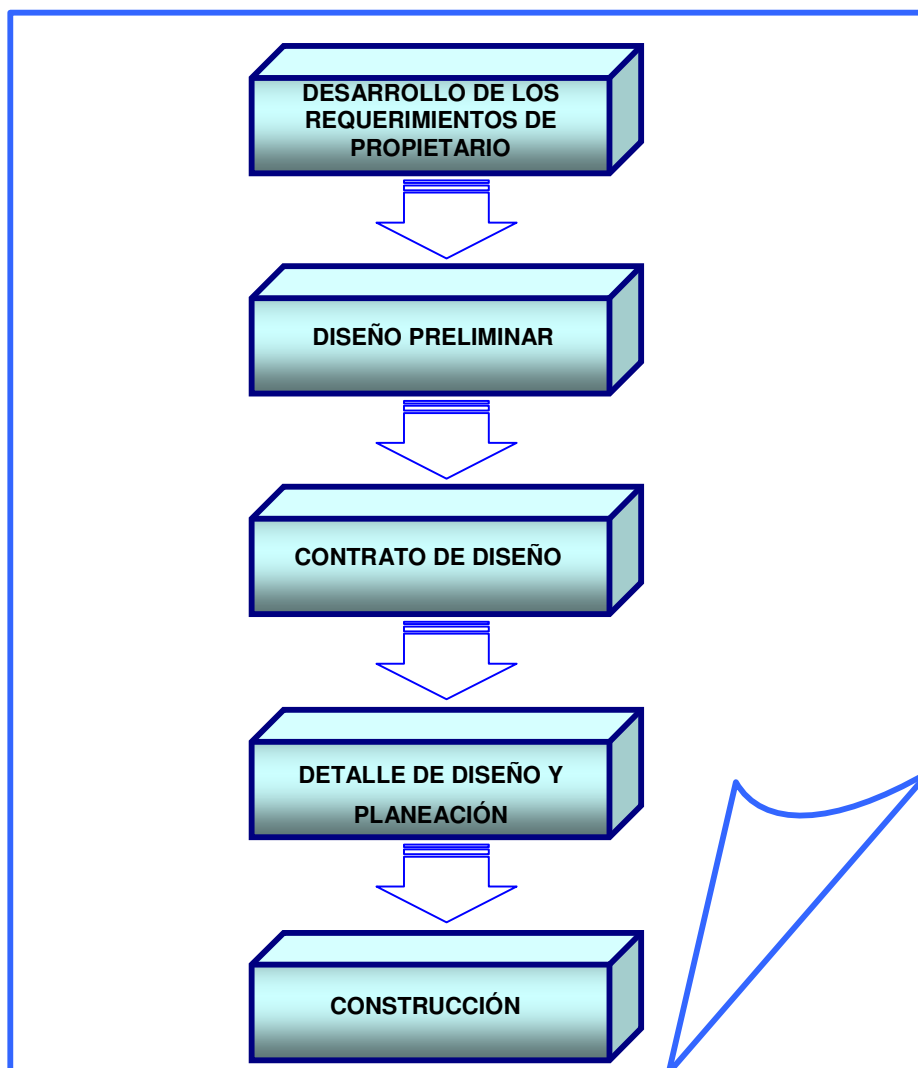


Figura 1 . Etapa de la construcción de una embarcación

El “Proyecto conceptual”, lo marca la Definición por parte del armador de las características funcionales así como el número de unidades requeridas. La definición de uso o misión de la nueva embarcación puede ser limitada o amplia, pero el producto final debe reflejar lo que el comprador o propietario necesite. Esas características se pueden resumir en :

- Misión del buque
- Velocidad
- Armas
- Autonomía
- Capacidad de carga a transportar (para buques mercantes, puede ser: Peso muerto, volumen de carga, número de contenedores, número de pasajeros etc.)

Una vez el propietario ha identificado y definido las características operacionales de la embarcación, la próxima etapa involucra la definición preliminar (Diseño preliminar) de las características básicas del buque. El propósito es desarrollar un diseño que satisfaga los requerimientos del propietario y valga de la experiencia de la construcción y de la capacidad del astillero para minimizar los tiempos de construcción y costos. El producto final de esta etapa es la definición general de la embarcación, incluyendo dimensiones, forma del casco, arreglo general de la maquinaria, definición de la funcionalidad (capacidad de carga, equipo de manejo,

sistemas de combate, etc.), capacidad de peso (aceite, combustible, agua, tripulación y tiendas) y primordialmente la definición de los sistemas principales, tales como, estructuras, tubería, electricidad, maquinaria y ventilación.

Al final del proyecto Conceptual el Astillero presenta un Primera oferta, la cual contiene una especificación resumida y un plano de disposición general del buque, obtenida a partir de bases de datos y estimaciones preliminares que incluyen un precio y un tiempo de entrega estimado pero con un grado de compromiso.

Con el Proyecto preliminar, se inicia la Negociación, la cual consiste en un ajuste de las Especificaciones de común acuerdo con el Armador o propietario, requiere de documentación mas detallada y elaborada, las cuales definen con más precisión el buque, igualmente permite la elaboración del presupuesto, completamente ajustado y comprometido. Antes de culminar esta etapa, se firma un Acuerdo de Intenciones, en los que las dos partes se comprometen a invertir recursos humanos y técnicos para llegar a la documentación del proyecto de contrato.

La quinta etapa del diseño del proceso de construcción, detalla la planeación y programación de la construcción, involucra la compra de materias prima y componentes

El detalle de diseño y planeación debe responder las preguntas de “ Que, Cuando, Como, Donde, Quien y Cuanto “.

Determinando QUE partes, ensambles, y sistemas están para ser construidos y que componentes están para ser comprados y es primordial en el detalle del diseño.

DONDE y COMO son medio y usos, preguntas que incluyen la determinación de la localización del puesto de varada dentro del astillero y de las herramientas y técnicas para ser usadas. La subcontratación y producción de su propia materia prima versus compras son también respondidas aquí.

El CUANDO determina la secuencia de las operaciones, incluyendo compras y manufactura.

QUIEN, determina la utilización de la fuerza de trabajo requerida para el proyecto en el astillero.

Finalmente, CUANTO determina la inversión que va a realizar el armador para la construcción.

La etapa final del proceso de construcción es la producción de los buques. Está considerada para ocurrir en cuatro niveles de manufactura: la construcción de

piezas individuales usando la materia prima (Acero). El próximo nivel involucra la unión de partes y/o componentes para subensambles. Estas pequeñas colecciones de piezas unidas están entonces combinando en el tercer nivel de manufactura para la construcción del casco. El montaje es el ultimo nivel e involucra el desembarco y la unión del block en el sitio de ensamble.

1.2.2 Generaciones de los astilleros. La caracterización de los astilleros construidos y sus modificaciones ha venido desde los periodos comprendidos de la segunda guerra mundial, la cual ha generado una evolución en el arreglo de la planta en tres generaciones. Una cuarta generación en el arreglo, se presenta con el desarrollo de grupos tecnológicos y sus aplicaciones en los astilleros del mundo. Ver figura 2.

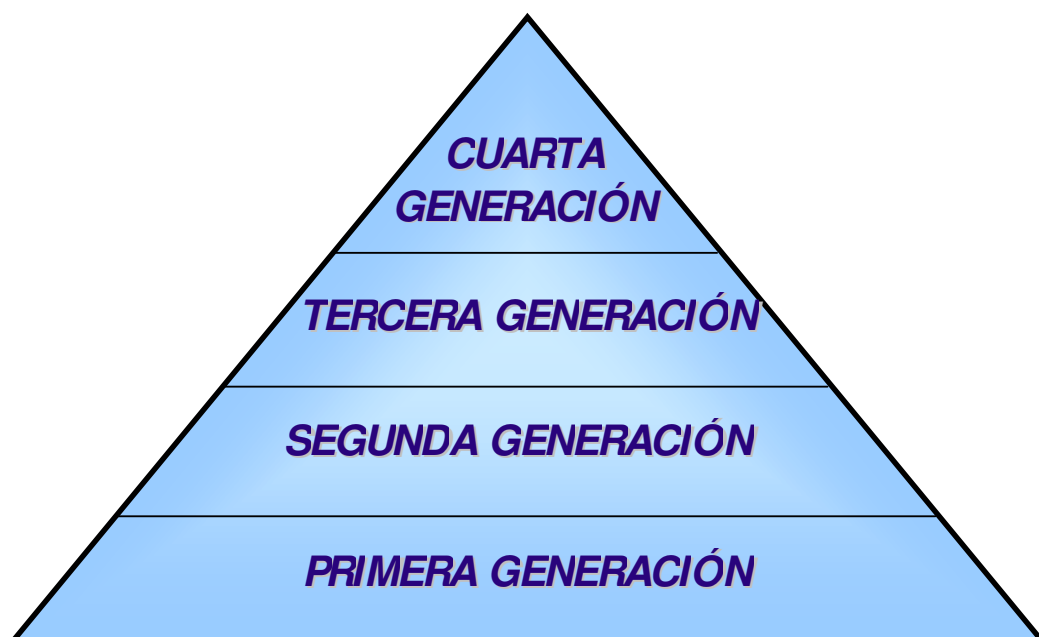


Figura 2. Generaciones de los Astilleros

■ **Primera Generación.** Se caracterizó por la construcción de embarcaciones inmediatamente adyacente al varadero. La planeación estuvo a cargo por la alta habilidad del personal para la construcción. Los astilleros clasificados en esta generación presentan un arreglo de planta estrecho a lo largo de la bahía.

■ **Segunda Generación.** Se caracterizó por la adopción de la prefabricación de piezas soldadas, alta tecnología en el corte y la soldadura. Las secciones de los barcos estuvieron construidos en almacenes y transportados al varadero en donde son ensamblados. En el arreglo de planta hay una disminución de la longitud del patio a lo largo de la bahía, pero incremento en el ancho del terreno.

■ **Tercera Generación.** Se emplea por primera vez la técnica de la línea de producción. La construcción modular dió un incremento a la alta capacidad a las líneas de paneles y al desarrollo de la soldadura semiautomática; se utilizaron largas plantillas capaces de manejar largos módulos de aproximadamente el mismo tamaño. Se utilizaron las grúas, las áreas de prefabricación, los diques de construcción y las técnicas de producción corriente.

■ **Cuarta Generación.** En la cuarta y más eficiente generación, incorpora los principales grupos tecnológicos y se caracteriza por la gran flexibilidad en la

planeación. La producción se sincroniza para minimizar los tiempos de transporte y los movimientos de almacenaje. Visto que los procesos requieren paso de producción en serie y salidas masivas para la eficiencia, el arreglo orientado al producto comprende los beneficios de la producción en masa para embarcaciones pequeñas y similares, tienen el manejo y la flexibilidad para construir una variedad de tipos y tamaños de embarcaciones. Estos astilleros no sigue la tendencia hacia el incremento de la capacidad y de módulos más largos sino mejoran su administración para usar la tecnología disponible.

A nivel mundial los astilleros presentan actualmente arreglos que se pueden catalogar en las antes mencionadas generaciones, las cuales serán descritas a continuación.

Los astilleros de Estados Unidos, Japón, Corea del Sur, Italia, Alemania, España, Brasil, Yugoslavia y Polonia pertenecen a esta cuarta y última generación, los cuales se caracterizan por el uso de tecnologías avanzadas, como es la automatización industrial flexible en casi todos sus procesos, que permite reprogramar el proceso automático para tratar con diferentes tipos de embarcaciones, lo cual le ha permitido la producción de diferentes tipos de embarcaciones como son los portaviones, cruceros, buques de combate, buques petroleros entre otros.

Estos países siempre han liderado la oferta de estos tipos de embarcaciones, por

sus características de producción y calidad, a esto se debe su gran competitividad en el mercado de los transportes fluviales y marítimos.

1.3 SITUACIÓN ACTUAL DE LOS ASTILLEROS EN COLOMBIA

Los astilleros colombianos tienen como objeto social la reparación y mantenimiento de embarcaciones pequeñas, y medianas; la construcción es eventual, se realiza solo cuando las embarcaciones son demandadas por una empresa específica. En los astilleros Colombianos el arreglo de planta no está adecuado para la construcción masiva o en serie y en el caso donde hay requerimiento se improvisa un sistema de producción, para la elaboración artesanal de la embarcación para cumplir con la demanda.

Descrito lo anterior, los astilleros Colombianos se catalogan entre la primera y segunda generación, para la construcción, ya que no utilizan talleres para la elaboración de partes prefabricadas y su tecnología es básica. La ejecución de la construcción se realiza en un punto fijo junto en el varadero, se utilizan los equipos con que se realizan las operaciones de mantenimiento.

En Cartagena y Barranquilla se han fabricado embarcaciones pequeñas tales como barcazas y botes fluviales que han sido demandadas principalmente por las compañías carboneras locales, como es, Flota Fluvial Carbonera.

Los astilleros que actualmente prestan sus servicios son los siguientes: Astilleros Astivik S.A., Astillero Cartagena, COTECMAR (el más pequeño de Latinoamérica

pero con tecnología más avanzada y mejores procesos); en Barranquilla, SeteNaval que realiza funciones mínimas de mantenimiento, Impsa (Unial) que realiza funciones de mantenimiento y producción eventual de botes pequeños.

1.4 ASTILLEROS ASTIVIK S.A.

1.4.1 Ubicación Geográfica. Su planta se encuentra ubicado en la carretera de mamonal, Km 3 . Al norte limita con Astilleros Ferrocem, al sur limita con la bahía de Cartagena y al este con la sede de la Pescadería Vikingo S.A. Ver figura 3.



Figura 3. Localización de Astivik S.A. en la ciudad de Cartagena.

1.4.2 Historia. ASTIVIK S.A. es una sociedad anónima, fundada en el año de 1972 con capital 100% privado, con la misión de cubrir las necesidades de reparación y mantenimiento de todas las embarcaciones afiliadas o de propiedad de CI. PESQUERA VIKINGOS DE COLOMBIA S.A..

Con el crecimiento del mercado marítimo y fluvial del Caribe, la demanda del sector creó la necesidad de reevaluar las políticas de servicio. Ampliando sus trabajos de construcción, reparación y mantenimiento a embarcaciones hasta de 200 toneladas de desplazamiento y bongos o barcazas de acero, hasta de 55 metros de eslora y 12 metros de manga.

El sistema de varada y transferencia lateral permite realizar trabajos simultáneas a siete (7) embarcaciones en puesto de varada.

Sus principales clientes son las compañías pesqueras, camaroneras, langosteros del Caribe y de transporte fluvial con radio de acción en la costa atlántica del país y San Andrés.

Con el objetivo de ampliar el espectro de servicios en el mercado nacional y debido al desarrollo de la industria petroquímica, a un mayor movimiento de hidrocarburos, la creación de nuevos puertos privados en la ciudad y la apertura económica del gobierno se genera un incremento en el flujo de

bongos y barcazas nivel nacional.

1.4.3 Estructura Organizativa. Astivik S.A. cuenta con 4 niveles dentro de la organización distribuidos así: el primer nivel o nivel supremo consta de la Asamblea General, la Junta directiva y un revisor fiscal.

El segundo nivel o nivel alto se compone por el presidente y el asesor legal.

El tercer nivel o nivel medio de administración que consta de el Vicepresidente administrativo y financiero, Director de operaciones, Director comercial y Jefe de contabilidad.

El cuarto nivel o nivel de supervisión o vigilancia consta del Ingeniero Jefe de operaciones, Jefe de patio, control de calidad, Jefe de suministro, Jefe de control interno.

Los niveles se pueden observar en el Organigrama de Astivik S.A. (Ver anexo A)

1.4.4 Descripción de Procesos de Mantenimiento de Embarcaciones. El sistema de varada de las embarcaciones que necesitan ser reparadas por

ASTIVIK S.A. esta conformado por rieles que permiten el desplazamiento de los carros hacia la bahía para poder maniobrar la subida del buque a tierra firme (Dos sistemas de varada). (Ver anexo B).

En uno de los sistemas de varada se pueden hacer desplazamiento transversales y longitudinales de las embarcaciones, aquí normalmente se trabajan las embarcaciones de menor calado, como son, botes pesqueros, yates, bongos, remolcadores marítimos, remolcadores fluviales y botes fluviales.

En el segundo sistema de varadero solo se pueden hacer desplazamientos longitudinales pero permite la subida de embarcaciones de mediano calado, como son, barcazas hasta de 90 metros de eslora y buques medianos. Generalmente las reparaciones pueden ser mínimas, tales como averías y limpieza del casco, cambio de hélices de los motores, pintura. Pero estas reparaciones también pueden ser de mayor complejidad como es el cambio total de cualquier sección del casco de un bote o una barcaza, cambio de tuberías y colocación de bombas en buques. (Ver anexo C).

1.4.5 El proceso de manufactura en Astivik S.A.. Cuando se hace la eventual manufactura de embarcaciones se realiza al lado de los varaderos existentes, adecuándolo de manera muy simple para hacer la erección de la estructura. Los maquinaria utilizada es rústica así: máquinas de corte (oxicorte), máquinas de

trazado y máquinas de soldar (oxiacetilenica). El transporte de las láminas se realizan con grúas de baja capacidad. En su proceso de construcción, los procesos de *sandblasting* y pintura del casco se hace por *outsourcing*. Los sub-ensambles y ensambles se realizan junto al varadero.

La capacidad de la planta para la construcción es de 15000 m². Las adecuaciones son en la construcción de una caja de bloqueo y la optimización del sistema eléctrico. Para la construcción de por lo menos 1 barcaza se necesitan aproximadamente un grupo de 50 operarios y si la embarcación es de poca envergadura.

La botadura se realiza con el deslizamiento de la embarcación que es empujada por medio de un winche hacia la bahía. Y se realiza una inspección final.

1.4.6 Reconversión de Astivik S.A. de un Astillero de Mantenimiento a un Astillero de Construcción y de Mantenimiento. Ante la demanda de barcazas por parte de las empresas carboníferas, la industria astillera es consciente de poder enfrentar la oportunidad mediante la planificación de procesos productivos que le permita atender competitivamente la demanda de barcazas y cualquier otro tipo de embarcación de aproximadamente la misma envergadura. (Véase estudio de mercado sección 2.1.9)

Para ASTILLEROS VIKINGOS S.A., el diseño de un proceso productivo de barcas en su etapa de reconversión, permitirá la ampliación de su mercado, logro que se llevará a cabo con la construcción en serie de barcas, que conlleva para ser competitivos, la reducción de los tiempos de producción, el empleo de tecnología de punta para acortar procesos, racionalizar los costos de producción y a su vez optimizar el servicio.

La implementación de este proyecto contribuirá con el desarrollo de esta empresa y fortalecerá el proceso que actualmente dirige, ya que la tecnología y la capacitación de los empleados ayudarán a realizar el servicio de mantenimiento más eficiente y aumentará la productividad en la empresa.

Este proyecto le dará la oportunidad a Astivik S.A. a posicionarse como el primer astillero en Colombia en la construcción de embarcaciones (barcas), también podrá competir con astilleros extranjeros y se proyectará en el mercado internacional, lo cual le permitirá empezar a visionar con la construcción de otro tipo de embarcaciones más complejas.

Para que Astivik lleve cabo esta oportunidad se ve en la necesidad de realizar un análisis de los requerimientos del mercado para satisfacer a los clientes potenciales.

2. DESARROLLO DE LOS REQUERIMIENTOS

El primer paso para el desarrollo de los requerimientos del propietario es un análisis del mercado.

Para llevar a cabo el análisis de mercado necesario para el desarrollo de la producción de barcazas, inicialmente se dará un vistazo al documento realizado por el CONPES (Concejo Nacional de Política Económica y Social), titulado **“ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO DE INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y EMBARQUE PARA LA EXPORTACIÓN DEL CARBON COLOMBIANO”**, el cual reseña la situación actual del carbón y la disponibilidad de infraestructura para su exportación.

Posteriormente, se revisan las perspectivas de producción, exportación y los requerimientos de infraestructura en materia de líneas férreas, vías fluviales, carreteras y puertos asociados a los proyectos mineros que permitirían la exportación.

El estudio se interesa principalmente por estudiar las vías fluviales y marítimas para la exportación del carbón, pero teniendo en cuenta las otras infraestructuras, lo cual nos permitirá observar las ventajas de la vía fluvial sobre las férreas y carretera. Pero hay que anotar, que una de las estrategias para la exitosa exportación de carbón es utilizar el transporte multimodal, del cual se explicará detalladamente.

2.1 ANALISIS DEL MERCADO

A continuación se presenta el análisis del mercado realizado para la justificación del proyecto PLAN DE PRODUCCIÓN DE BARCAZAS TIPO TINA EN ASTIVIK S.A. El análisis del mercado para este proyecto y para la industria astillera es de suma relevancia, ya que la construcción de embarcaciones se realiza cuando hay una demanda latente de estas, se manufacturan cuando un cliente requiere de la embarcación. La producción de buques esta íntimamente ligada con la demanda, si no hay demanda no hay construcción. De hay que el objetivo principal de este análisis sea el indagar sobre la posible demanda actual y futura de barcazas tipo tina en Colombia para que justifique el proyecto de su construcción en un astillero nacional.

Pero más allá de saber si existe o no la demanda de barcazas para poder realizar su plan de producción, es muy importante observar que el estudio va encaminado al sector industrial más pobre de nuestro país, en donde no se puede hablar de astilleros propiamente dichos por que no realizan actividades de construcción de embarcaciones, sino que únicamente realizan la reparación de estas, haciendo las funciones de un taller. La industria astillera en Colombia esta muy atrasada con respecto a países subdesarrollados, de aquí el gran interés de reactivar este sector industrial del país que tiene gran actividad marítima y fluvial.

También hay que tener en cuenta que ASTIVIK S.A. con este plan de producción de barcazas y otras embarcaciones, ya que este plan está diseñado para ser flexible para la construcción de otro tipo de buques, lo colocaría como un astillero pionero dentro de la industria naval. Lo anterior le da ASTIVIK S.A. una ventaja competitiva sobre otros astilleros que ya han comenzado enérgicamente su reestructuración en el país.

2.1.1 Antecedentes. Durante 1997 y 1998 se han presentado novedades en el sector carbón que hacen reforzar la estrategia integral de fomento a las exportaciones de carbón, a través de un eficiente sistema de transporte. En este sentido, las perspectivas de exportación de los carbones colombianos han sido revisadas por Ecocarbón y podrían llegar en el año 2005, bajo un escenario probable a 51.8 millones de toneladas y en uno optimista en 73.1 millones de toneladas. Esta última cifra es 2.6 veces el volumen exportado en 1997⁷. Sin incluir el petróleo.

Estado actual de la Producción y las Exportaciones. La producción de carbón en el país ha venido creciendo a un acelerado ritmo desde 1980. En efecto, de 4.3

⁷ COMPES, estrategia para el desarrollo de infraestructura de transporte y embarque para la exportación del carbón colombiano.

millones de toneladas en 1980, se pasó a 21.5 millones de toneladas en 1990 y 32.6 millones de toneladas en 1997 (Figura 4). En 1997 el 60% del carbón se produjo en La Guajira, el 26% en el Cesar, el 7% en Cundinamarca y Boyacá y el 7% en otras regiones del país. Por su parte, el 68% de las exportaciones tuvo su origen en La Guajira, el 29% en el Cesar y el 3% en el resto del país. (Figura 5)

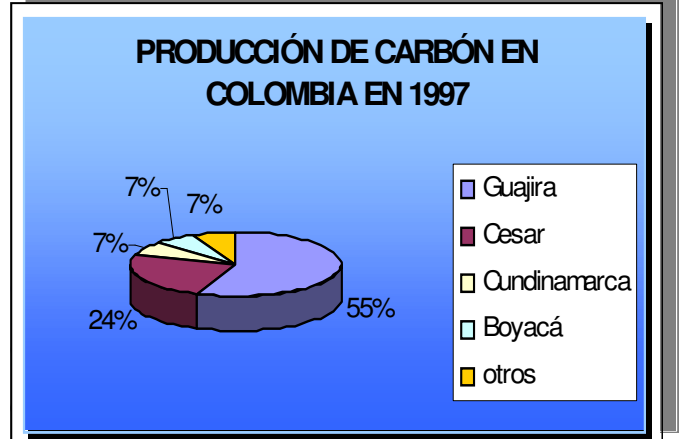
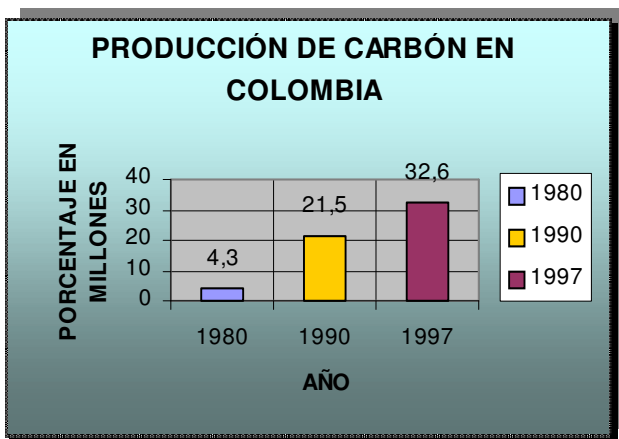


Figura 4. producción de carbón en Colombia

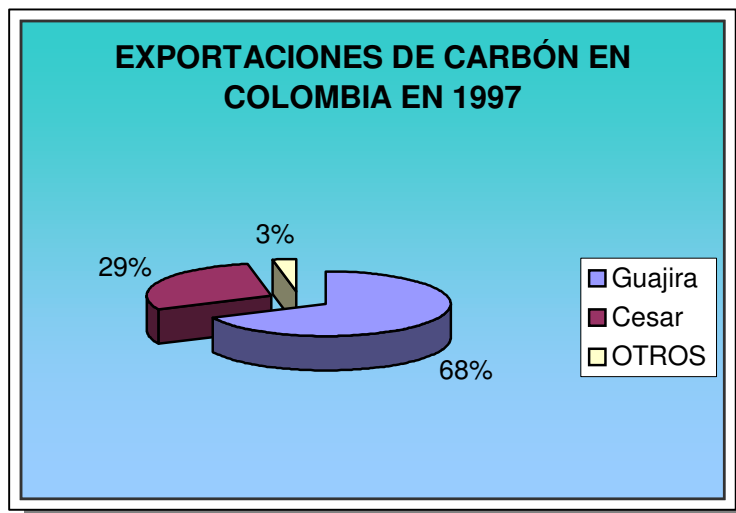


Figura 5. Exportaciones de carbón en Colombia

Ocasionalmente se han efectuado algunos embarques por el puerto de Buenaventura en el Océano Pacífico. También una pequeña parte de las exportaciones se realiza por Venezuela. Los principales corredores de exportación son:

- Cerrejón-Costa Atlántica
- Cesar-Costa Atlántica
- Norte de Santander-Venezuela
- Cundinamarca y Boyacá-Costa Atlántica, y Costa Pacífica

Cerrejón - Costa Atlántica. La infraestructura está constituida por una línea férrea de trocha estándar de 1.435 m de 150 Km. de longitud, que comunica la mina de la Zona Norte con Puerto Bolívar en Bahía Portete. Actualmente, el máximo tonelaje movilizado ha sido algo superior a 15 Mt/a. Como forma alternativa, los carbones de Cerrejón Central han sido exportados a través del puerto de la compañía Prodeco en Puerto Zúñiga, cerca a Santa Marta, e incluso a través de Barranquilla. Para tal efecto, inicialmente se utilizó la carretera de la mina a Riohacha y de allí al puerto con un trayecto total de 350 Km. a Barraquilla y de 280 Km. a Puerto Zúñiga. Posteriormente, con la construcción y rehabilitación de la variante del Ebanal⁸ ambos trayectos se redujeron en 40 Km.

⁸ Carretera de 28 Km. Construida y rehabilitada a nivel de sub- base por Prodeco y Carbones del caribe en 1994, la cual teniendo en cuenta los volúmenes de tránsito que movilia, demanda una pavimentación.

Cesár-Costa Atlántica. Los modos utilizados actualmente para el transporte son el ferrocarril entre La Loma y Ciénaga (200 Km.), las carreteras entre La Loma y Ciénaga - Santa María - Barranquilla - Cartagena (203 Km., 232 Km., 293 Km. y 408 Km. respectivamente) y el sistema combinado carretera-río entre La Jagua y el puerto fluvial de Tamalameque (115 Km por carretera) y entre este último punto y los terminales marítimos de Barranquilla y Cartagena (403 Km. y 427 Km. por vía fluvial, respectivamente).

Norte de Santander-Venezuela y Norte de Santander- Costa Atlántica.

Actualmente se exportan volúmenes significativos de carbón (730.000 Ton. en 1997) por carretera con destino al lago de Maracaibo. Para ello, se utilizan las carreteras Cúcuta - Puerto Santander - Orope - La Ceiba⁹ y Cúcuta - San Antonio - La Fría - La Ceiba.

Cundinamarca/ Boyacá - Costa Atlántica / Costa Pacífica. Los pequeños volúmenes de Coque que se han exportado del altiplano cundiboyacense han sido transportados por ferrocarril y carretera. En el primer caso a través de la línea

⁹ El carbón se transporta en volquetas de 12 toneladas hasta un centro de acopio antes del puente internacional en Puerto Santander de allí se movilizan en vehículos de 7 toneladas de capacidad hasta la población venezolana de Orope. El trayecto final entre esta población y la Ceiba se realizara en tracto camiones venezolano de 60 toneladas de peso bruto.

férrea Lenguazaque - Bogotá - Santa Marta de 1.080 Km. de longitud y con menos frecuencia por la carretera Lenguazaque - Bucaramanga - Santa Marta. Hace algunos años se utilizó una estación de trasbordo en Puerto Carare sobre el río Magdalena. Pero, esta opción no ha sido utilizada recientemente. De otra parte, por el Océano Pacífico se han exportado volúmenes marginales de carbón, debido a la difícil topografía, las especificaciones geométricas de las vías existentes y el anterior sistema arancelario de Chile, que han restringido la salida de los carbones colombianos por el Pacífico.

Puertos de Exportación. La ley 1 de 1991 reformó el sistema portuario nacional y estableció el mecanismo para autorizar la operación de sociedades portuarias orientadas al manejo de carga propia y de terceros. En cumplimiento de esta normatividad, en 1993 se expidió el primer plan de Expansión Portuaria. Este plan definió las áreas para desarrollos portuarios carboníferos. Posteriormente, en 1996 un nuevo plan fijó como criterio básico para el desarrollo de posibles puertos carboníferos, su ubicación a una distancia no mayor de 50 Km. de la infraestructura de transporte nacional y prohibió su construcción en áreas de reserva y parques nacionales. Igualmente ordenó la elaboración de un estudio de alternativas para el puerto integrado del carbón y la elaboración del estudio de ordenamiento físico-portuario y ambiental de litorales. Dado que a la fecha no se cuenta con este estudio, se estableció en el Plan de Expansión Portuaria 1998 - 1999, mantener las políticas establecidas en el Plan 1996 - 1997, hasta que los análisis de los resultados del estudio sean presentados en el Plan de Expansión

Portuaria 2000 - 2001. Una vez dichos resultados sean aprobados por el CONPES y se desarrolle el proceso de construcción del puerto, quedarán inhabilitadas aquellas áreas donde funcionaban cada uno de los puertos cuyas cargas efectivas o potenciales se trasladen al Puerto Integrado.

Actualmente se utilizan instalaciones que en su conjunto, incluyendo las 730 mil toneladas transportadas por Venezuela, movilizaron 27.6 millones de toneladas en 1997 (cuadro 1). Bajo la terminología de la Superintendencia General de Puertos (SGP) las instalaciones de Puerto Bolívar, Puerto Zúñiga, Atlantic Coal y Cementos del Caribe son muelles homologados con autorización de operación anterior a la Ley 1 de 1991. El resto de instalaciones son sociedades portuarias habilitadas con posterioridad a la reforma portuaria.

Cuadro 1. Capacidad de transporte de las líneas férreas al cerrejón

Número de apartadores u obras adicionales	Número de trenes con 125 vagones de 100 ton.	Número de viajes por día	Capacidad máxima de transporte anual (mt)
Ampliar apartaderos	3	5.5	21
1	3.5	10	28
1	4	10	33
2	5	10	37

En 1995 el Gobierno Nacional tomó la decisión de promover la construcción de un puerto integrado para la exportación de carbón. El estudio de factibilidad para un puerto integrado de carbón en la Costa Atlántica, finalizó en noviembre de 1997.

Dicho estudio, con base en un análisis técnico- económico - ambiental, recomendó la localización de Puerto Zúñiga como la alternativa más conveniente y la que representa los menores impactos ambientales sobre las áreas inmediatamente vecinas. En el mismo mes de noviembre, Propuerto sometió a consideración del Ministerio del Medio Ambiente el Diagnóstico Ambiental de Alternativas, el cual forma parte del estudio de factibilidad elaborado. Actualmente se espera el pronunciamiento de dicho Ministerio. Una vez el Ministerio emita los Términos de Referencia para la ejecución del Estudio de Impacto Ambiental, se dará inicio a las etapas de diseño, promoción y construcción.

Capacidad Portuaria. Con excepción de las instalaciones de Puerto Bolívar, Puerto Zúñiga y American Port co. (Drummond), construidas especialmente para la exportación de carbón, el resto de muelles son instalaciones construidas originalmente para el movimiento de otro tipo de carga. Su capacidad por lo tanto, está limitada cuando se trata de movilizar mayores volúmenes de carbón. Por esto la necesidad de crear puertos ya sean marítimos o fluviales que más adelante se mencionaran, que sean especialmente para la movilización de carbón en grandes volúmenes, para poder exportar el incremento de toneladas del mineral en los próximos años. Cabe anotar que para poder cerrar la cadena de infraestructura de exportación se necesitan barcazas tipo tina tanto en los puertos marítimos como en los puertos fluviales.

Infraestructura de Transporte Interno. Hasta ahora los exportadores del Cesar y de la Guajira, diferentes a los del cerrejón Zona Norte, se han visto obligados al transporte por carretera, con limitaciones de capacidad de transporte, problemas de sobrepeso de los vehículos y sobrecostos por la no utilización de las ventajas comparativa, de cada modo, la alternativa del ferrocarril apenas empieza a ser una realidad. Algunas carreteras se han deteriorado con grandes perjuicios para el transporte del carbón. Igual ocurre con el transporte de los carbones del Norte de Santander, en donde además de la difícil topografía de las carreteras, se presentan restricciones en el paso fronterizo con Venezuela. Para los Carbones del altiplano cundiboyacense, su gran limitación de transporte radica en la gran distancia que los separa de los puertos, la abrupta topografía en parte del recorrido, la inexistencia de modos adecuados de transporte, condición agravada por el hecho de no darse una economía de escala debido a los bajos volúmenes que se movilizan. En esta economía de escala de carbón es donde radica el problema, para hacer esta economía, primero debe crearse los puertos marítimos para recibir buques de mayor calado, pero para llevar esas grandes cantidades de carbón para cargar estos buques, no se pueden ser transportar por carretera o por vía férrea, ya que no darían abasto, lo que se sugiere es crear puertos fluviales para el transporte del mineral por barcazas, que tienen mucha más capacidad de carga que el tren y el camión.

Vulnerabilidad de la Red de Transporte. Debido a que los grandes proyectos carboníferos no cuentan con rutas alternas, el transporte se ha visto interrumpido por situaciones especiales de índole técnica (capacidad de puentes) y de orden público. En algunos casos las interrupciones se han prolongado por varios días, con graves consecuencias para los exportadores. De aquí se puede ver la oportunidad de sacar el carbón por vía fluvial, vía por la cual se puede sacar mucho más toneladas por medio de barcazas, siempre y cuando el río este acondicionado.

Restricciones Operativas. Algunas de las instalaciones portuarias sólo pueden movilizar carga propia. De la misma manera el ferrocarril del Cerrejón sólo mueve carga de la asociación de Zona Norte. Esto limita las opciones de los productores, comercializadores y exportadores del carbón ya que no hay medio de transporte para movilizar el carbón hacia los puertos de embarque. Debemos resaltar que las empresas grandes exportadores de carbón son las que tienen infraestructura para movilizar sus toneladas de carbón; por esto las pequeñas y medianas empresas no tienen la capacidad de manejar volúmenes altos de aquí la oportunidad de crear una cadena de transporte para estas empresas.

Perspectivas de Exportación e Infraestructura de Transporte y Embarque Requerida para el siglo XXI. Basándose en el análisis del mercado internacional del carbón, el desarrollo de los nuevos proyectos en la Zona Sur del Cerrejón

(Guajira) y los del Cesar: Calenturitas, Tesoro, Cerrolargo Norte, Cerrolargo Central, Cerrolargo Sur, Hatillo, Guaimaral y Descanso y por otra parte, con base en los programas de producción presentados por los actuales contratistas, Ecocarbón estima que para el año 2005 la exportación de carbón colombiano podría variar entre 54.3 millones de toneladas, en un escenario probable 76.2 millones de toneladas en un escenario optimista (Cuadro 2). En resumen, se prevé una exportación que varia entre 25Mt/a y 37Mt/a en la Guajira (diversos desarrollos en el área de el Cerrejón), entre 26.8Mt/a y 34.2Mt/a en el Cesar, entre 1Mt/a y 2Mt/a en Norte de Santander y entre 1.5Mt/a y 3Mt/a en Cundinamarca y Boyacá.

Cuadro 2. Perspectiva de exportación e infraestructura de transporte (Millones de toneladas)

Área Carbonífera	Proyecto	Exportación	Proyección de exportaciones	
		1997	Probable 2005	Optimista 2005
Guajira	Zona norte Asoc. Carbocol- Intercor	15.40	15.0 ⁹	21.0
	Oreganal	0.06	2.0	5.0
	Comunidad	3.25	5.0	6.0
	Zona Sur	0	3.0	5.0
	Subtotal	18.70	25.0	37.0
Cesar	La Loma- Drummond	5.08	10.0	12.0
	Calenturias- Glencore	0	1.6	2.0
	La Jagua- Sinclinal- Carboandes	1.0	1.2	1.6
	La Jagua- Sinclinal- Carboandes Caribe	1.25	2.0	2.5
	La Loma- Siminera	0.05	0.8	0.8
	La Jagua- Sinclinal- C.M.U.	0.63	0.8	0.8
	La Jagua- Cerrolargo Norte- Norcarbón	0	0.3	0.5
	La Jagua- C.I. Centro- Sororia. Carboandes	0.05	0.3	0.5
	La Jagua- Cerrolargo sur	0	0.2	0.4
	Hatillo- Encarbón	0	1.0	1.5
	La Loma- Guaimaral- Drummond	0	1.0	1.0
	La Loma- El Descanso- Drummond	0	6.0	9.0
	Chiriguaná- Dupela	0	1.6	1.6
	Subtotal	8.06	26.8	34.2
N. Santander	N. Santander	0.73	1.0	2.0
Cundinamarca	Cundinamarca	0.01	1.0	2.0
Boyacá	Boyacá	0.09	0.5	1.0
TOTAL		27.59	54.3	76.2

Distribución de la Carga Bajo los Diferentes Escenarios de Utilización de Puertos. Inicialmente el CONPES realizó un análisis sobre las opciones de puerto de exportación para los diferentes proyectos mineros en operación y previstos. Este análisis se efectuó teniendo en cuenta los costos probables de transporte

interno y manteniendo como fija, la asignación portuaria de aquellos desarrollos que cuentan con su propia infraestructura portuaria (Cerrejón Zona Norte, La Loma-Drummond y La Jagua-Carboandes, así como Carbones del Caribe con sus puertos en Barranquilla y Cartagena). Pero se quiere destacar aquellos desarrollos que aún no tienen infraestructura como lo son los carbones del César y los carbones del Norte de Santander, Boyacá y Cundinamarca para los cuales se tiene previsto la construcción de puertos fluviales sobre el río Magdalena para su transporte y embarque a los puertos Marítimos de exportación, como la utilización de los ríos catatumbo y orinoco para llevar el carbón al lago de Maracaibo. Las opciones de utilización portuaria para cada proyecto minero se presenta en el cuadro 3.

Cuadro 3. Posibles puertos de exportación

Proyecto Minero	Posibles puertos Exportación		
	Primera Opción	Segunda Opción	Tercera opción
GUAJIRA			
Zona Norte- Asoc. Carbocol- Intercor	Bahía Portete		
Otros Cerrejón	Bahía Portete	Río Cañas	

CESAR			
La Loma- Drummond	Ciénaga		
La Loma- Guaimaral	Ciénaga	Santa Marta	
La Loma- El descanso	Ciénaga	Santa Marta	
La Loma- Siminera	Santa Marta	Barranquilla	
Calenturias- Glencore	Santa Marta	Barranquilla	
Hatillo- Encarbón	Santa Marta	Barranquilla	
La Jagua- Carboandes Caribe	B/quilla, C/gena y Santa Marta	Santa Marta	Barranquilla (Bocas de Ceniza)
La Jagua- C.M.U.. Sororia	Santa Marta	Barranquilla	
La Jagua- Carboandes	Santa Marta		
Norte de Santander			
N. Santander	La Ceiba/ Maracaibo	Barranquilla	Santa Marta
INTERIOR DEL PAIS			
C/Marca y Boyacá	B/quilla	B/ventura	Santa Marta

Carbones del Cesár. Para esta zona, Ecocarbón analizó tres escenarios para la movilización del mineral y que es necesario crear la infraestructura para su transporte y embarque.

Para el primer escenario se requerirían las siguientes acciones:

- Construcción del Puerto Integrado o ampliación de la capacidad de Puerto Zúñiga de 5Mt/a. a 7.8Mt/a. Las inversiones estimadas, utilizando sistema de cargue con barcazas, ascienden a US\$65 millones.
- Construcción del ramal férreo de 19 Km. entre Palestina y Tamalameque para transportar hasta 6.0Mt/a. El monto de Inversión estimada asciende a US\$19 millones.

- Adecuación del puerto fluvial en el área de Tamalameque hasta 3Mt/a., con una inversión estimada de US\$12 millones.

Es importante señalar que en el caso del escenario optimista, este primer escenario posee restricciones relacionadas con la capacidad de carga de la vía férrea La Loma – Ciénaga. Por otra parte, el hecho de seguir utilizando la infraestructura portuaria existente en Barranquilla y Cartagena, significa seguir utilizando buques tipo Handy, con un sobre costo significativo en los fletes marítimos.

Para el segundo escenario se requeriría la siguiente infraestructura:

- Construcción del Puerto Integrado o ampliación de la capacidad de Puerto Zúñiga de 5Mt/a. a 9.5Mt/a., para el caso optimista. La inversión estimada con sistema de cargue con barcazas, asciende a US\$65 millones.

Para el tercer escenario se requeriría la siguiente infraestructura adicional:

- Construcción del Puerto Integrado, o ampliación de la capacidad de Puerto Zúñiga de 5Mt/a. a 7.1Mt/a. Las inversiones estimadas ascienden a US\$65 millones.

- Construcción del puerto en Bocas de Ceniza para el caso optimista. Los volúmenes que movilizaría, serían del orden de 6Mt/a, provenientes del Cesar, más los que lleguen del interior del país. El monto de las inversiones para la construcción se estiman en US\$135 millones.
- Construcción del ramal férreo de 19 Km. entre Palestina y Tamalameque para transportar hasta 6.0Mt/a. El monto de Inversión estimada asciende a US\$19 millones.
- Adecuación del puerto fluvial en el área de Tamalameque para manejar hasta 3Mt/a, con una inversión estimada de US\$12 millones.
- Terminación de la rehabilitación y obras complementarias en el río Magdalena entre Tamalameque y Barranquilla / Cartagena.

En este corredor, la Nación concluirá su labor de promoción del Puerto Integrado y dejará en manos del sector privado su construcción y operación. Por otra parte, culminará los trabajos de rehabilitación de la línea férrea entre La Loma y Santa Marta, y promoverá ante el concesionario de la red férrea del Atlántico, la pronta rehabilitación del sector La Loma - Palestina. Adicional a lo anterior, la Nación facilitará y promoverá ante el sector privado la Construcción de los ramales férreos La Loma - La Jagua y Palestina -Tamalameque; así mismo, apoyará la adecuación del río Magdalena para la navegación fluvial. Otros proyectos portuarios o de

infraestructura de transporte, son una responsabilidad del sector privado, debiendo aprovecharse las ventajas que ofrecen las economías de escala en el manejo de la carga. El Estado brindará todo su apoyo en la ejecución de estas obras.

Carbones del Norte de Santander, Boyacá y Cundinamarca. Para esta zona, Ecocarbón analizó tres escenarios de distribución de carga. Dichos escenarios contemplan la utilización de los puertos de la costa Atlántica la costa Pacífica y el lago de Maracaibo, en Venezuela.

Para los tres escenarios se requeriría la siguiente infraestructura:

- Construcción de un puerto fluvial en Puerto Carare con capacidad entre 1.5 a 3Mt/a. Las inversiones estimadas ascienden a US\$8 millones y estarían a cargo del sector privado.
- Rehabilitación de la carretera Barbosa - Vélez - Puerto Olaya (120 Km.) para movilizar entre 1.5 a 3Mt/a. Esta carretera hace parte de la red vial transferida por el Invias al departamento de Santander.
- Construcción del ferrocarril Saboyá - Carare (180 Km.). De acuerdo con los estimativos realizados el costo de esta obra asciende a US\$720 millones.

- Adecuación del río Magdalena para permitir la navegabilidad a partir de Puerto Carare, para movilizar entre 0.8 y 3Mt/a. Las inversiones estimadas ascienden a US\$60 millones.
- Construcción del puerto en Bocas de Ceniza para embarcar hasta 6Mt/a. de carbón. El monto de las inversiones para la construcción se estiman en US\$135 millones.
- Construcción del puente fronterizo por La China con sus accesos y adecuación de los ríos Zulia y Catatumbo, para el transporte fluvial hasta el lago de Maracaibo.
- Adecuación del puerto de Buenaventura para manejar entre 0.7 y 1.0Mt/a de carbón.

Para los carbones de estas zonas, se propone elaborar una estrategia para lograr un acuerdo entre las cancillerías de los dos países que permita la construcción del puente sobre la Quebrada La China y la adecuación, construcción de las vías complementarias. De otra parte, se propone estudiar las posibilidades del transporte fluvial hacia el Lago de Maracaibo, utilizando los ríos Zulia y Catatumbo y hacia Puerto Ordaz utilizando los ejes fluviales Apure-Orinoco y Meta-Orinoco. Adicionalmente, se propone la terminación del mejoramiento y rehabilitación de la

carretera Cúcuta - Astilleros - Ocaña - Aguachica, para conectarse ya sea con la línea férrea nacional o con el río Magdalena.

2.1.2 Descripción de la Oportunidad. Actualmente las empresas carboneras Colombianas realizan el transporte tanto marítimo como fluvial del carbón con barcazas compradas en Estados Unidos que han cumplido su vida útil con trabajos en el río Mississippi, estas barcazas que son adquiridas inmediatamente deben ser reparadas en astilleros Colombianos para su uso eficiente y prolongado.

También se han adquirido barcazas nuevas pero por su alto valor de adquisición y el flete de transporte hasta nuestras costas elevan su costo y hace que se prefieran las barcazas ya usadas.

Actualmente las barcazas nuevas en los astilleros extranjeros tienen un costo aproximado de \$800.000 dólares y un periodo de vida útil de 30 años, y por otro lado las barcazas usadas están alrededor de los \$200.000 dólares con un periodo de reuso de 10 años.

El empleo de barcazas es esencial para el transporte de carbón de la bahía hacia los buques fondeados y de los puertos carboníferos fluviales a los puertos de embarque en la costa. Aunque actualmente se utiliza con mayor frecuencia el transporte vía férrea o por camiones ya que el paquete de barcazas es insuficiente

y a esto se le añade los problemas que sufre el río Magdalena para su navegabilidad.

Astivik S.A. en su proceso de visionar el desarrollo de la empresa y con el advenimiento de la demanda de barcazas, por parte de las empresas carboníferas Colombianas, percibe la necesidad de crear un diseño del proceso de construcción de barcazas que ofrezca las características que son importantes por las compañías potencialmente compradoras y poder satisfacer la demanda total anual.

Para la construcción de dichas embarcaciones Astivik S.A. necesita saber cuales compañías estarán dispuestas a comprar dicho transporte, cual será su demanda anual por parte de estas compañías, que esperan a cerca de su costo de adquisición, las características que exigen para tener a los posibles clientes satisfechos.

Como es cierto las barcazas son sustituidas parcialmente por los trenes y los camiones, esto reflejará el impacto que tendrá la fabricación de estas embarcaciones en Colombia para las compañías carboneras, y su utilización como transporte principal para el carbón.

2.1.3 Objetivos. Los objetivos del estudio de mercado son los siguientes.

■ **Objetivo General**

Determinar y cuantificar la demanda de barcazas tipo tina en Colombia, como medio de transporte de carbón de acuerdo con el incremento de las exportaciones de este mineral.

■ **Objetivos Específicos**

- Conocer la cantidad de barcazas que necesitan las empresas carboneras para satisfacer, las exportaciones actuales y proyectadas.
- Determinar el mercado meta que ASTIVIK S.A. tiene para la producción de barcazas tipo tina.
- Conocer la actitud de las empresas carboneras en la adquisición de barcazas manufacturadas en Colombia.
- Conocer la capacidad de compra de las empresas carboneras de barcazas tipo tina como medio de transporte más importante para el desplazamiento

de carbón.

- Determinar un precio estándar que sea competitivo y atractivo para la adquisición de barcazas tipo tina producidas en Colombia, por parte de las empresas carboneras.

2.1.4 Lista de Necesidades.

- Conocimiento de la empresas que utilizan barcazas tipo tina para el transporte del carbón.
- Cuales son las actitudes de las empresas en la adquisición de barcazas manufacturadas en Colombia.
- Cual es la capacidad de compra de las empresas que utilizan barcazas tipo tina.
- Que precio consideran las empresas sea competitivo y atractivo en la adquisición de barcazas producidas en Colombia
- Cuantas barcazas poseen y requieren actualmente las empresas carboneras para satisfacer las exportaciones.

- Saber si dentro de los planes futuros de las empresas exportadoras de carbón están contemplando acceder a convenios.
- Conocer la procedencia de las barcazas tipo tina que están siendo utilizadas actualmente por las empresas carboneras.

2.1.5 Fuentes de Información. Los siguientes son las fuentes de información utilizadas para la recolección de los datos.

■ **Métodos Para Recolectar La Información Primaria.** Este aparte va a enunciar e identificar, las diferentes técnicas de recolección de información, que se han venido utilizando para llevar a cabo la investigación, acerca de la oportunidad de elaborar “Plan de Producción de Barcazas Tipo Tina en Astivik S.A.” . Se ha enfocado la recolección de información en dar consecución a los objetivos investigativos planeados con el fin de delimitar nuestro oportunidad.

■ **Tipo de datos primarios.** Se desea predecir el comportamiento futuro de las empresas exportadoras de carbón para la adquisición de barcazas tipo tina, para lo cual se necesitan recolectar datos sobre el comportamiento pasado y

presente en la compra de dicha información.

Se desea conocer la intención de las empresas carboneras, de comprar barcazas de buena calidad producidas en Colombia o de comprarlas en el exterior.

Se quiere obtener información de la actitud y las medidas que van adoptar las empresas carboneras para el incremento proyectado de las exportaciones de carbón.

Se necesita identificar algunos datos de las barcazas que actualmente tienen las empresas exportadoras de carbón, tales como: saber si las barcazas son nuevas o usadas, conocer el precio de compra de dicha embarcación y que tan satisfecho se encuentran con la calidad del producto.

Se necesita obtener datos acerca de cuanto están dispuesta a pagar las compañías por las barcazas tipo tina producidas en Colombia, con el fin de clasificar en grupos homogéneos, para luego hacer el análisis de información, para verificar si estas empresas difieren entre si con su comportamiento de compra y otros aspecto relacionado con el mercado.

2.1.6 Modelo para la recolección de datos. Para la consecución de los tipos de datos primarios mencionados anteriormente, el modelo a utilizar es el método interrogatorio. La encuesta que se va a utilizar es de categoría ESTRUCTURADA

– NO ENCUEBIERTA (ver anexo D), la cual va dirigida a todas las empresas exportadoras de carbón en Colombia. Estas empresas son las siguientes: PRODECO S.A., CARBOANDES S.A., FLOTA FUVIAL CARBONERA LTDA., CARBOCOL S.A., DRUMMOND S.A., PROBARRANQUILLA S.A., SOCIEDAD PORTUARIA BOCAS DE CENIZA S.A..

2.1.7 Determinación de una muestra representativa. Para el cálculo de la muestra se ha utilizado el método probabilístico, es decir, que todas las empresas de la población tienen la misma probabilidad de ser escogidas, siendo N la población y n el tamaño de la muestra. Entonces, la muestra es igual a la población.

2.1.8 Información Secundaria. Esta clase de información que se ha recolectado ha sido muy amplia, ya que se ha llegado a las diferentes fuentes en forma directa, que permite comprender la situación del problema de la investigación.

En esta investigación en particular, la oportunidad de proponer un plan de producción de barcas tipo tina en ASTIVIK S.A., los datos secundarios han proporcionado los parámetros de este estudio, como son: la demanda proyectada de barcas tipo tina, donde se ha calculado el número de barcas aproximado para satisfacer el transporte de carbón para poder cargar buques carboníferos de

gran calado. Se cuenta con información de astilleros del mundo de cuarta generación.

Los planos de la barcaza utilizada para el diseño de la producción se realizó con un levantamiento de las piezas que la componen, esta actividad se llevó a cabo en Astilleros Vikingos S.A. Una vez identificadas las piezas se codificaron para su identificación de tal manera que los consecutivos de los números corresponden en la mayoría a el orden en que deben ir ensambladas las piezas.

También se tiene como referencia las propuestas de empresas carboneras que muestran interés que le fabriquen barcazas para el transporte de carbón. Estos parámetros antes mencionados son los que han encausado la investigación.

■ **Fuente Interna de Datos Secundarios.** Dentro de fuentes internas se ha recurrido a informes a cerca de la construcción, propiamente dicha de botes fluviales en ASTIVIK S.A. Estos botes fueron solicitados por la empresa Flota Fluvial Carbonera, los cuales cumplen la misma función de las barcazas tipo tina pero no en forma adecuada.

La construcción de estas embarcaciones fue un trabajo exitoso y de alta calidad satisfaciendo las necesidades del cliente. Esto nos sirve de referencia y nos llevaría a pensar de manera más detenida acerca de la oportunidad de convertir a

este astillero de operaciones de mantenimiento y reparación a operaciones de producción. Pero lo que nos lleva de manera definitiva a abrir la investigación no es solamente la demanda de barcazas tipo tina por los incrementos de exportaciones de carbón, sino que, fusionada con el gran interés que tiene las empresas carboneras de que astilleros Colombianos especialmente ASTIVIK S.A., le fabrique barcaza tipo tina, manifestando que la adquisición de barcazas usadas en el extranjero no son muy rentable por los altos costos y la frecuencia a que son sometidas a mantenimiento. Estas propuestas se han hecho de manera formal por parte de estas empresas dando todo su apoyo.

■ **Fuentes Externas de Datos Secundarios.** En este grupo de fuente externa se han encontrado varios artículos de los diferentes diarios del país, en los cuales primero anuncian la construcción de nuevos puertos carboníferos por el cual va a fluir grandes toneladas de carbón anualmente, para lo cual se van a necesitar un número considerable de barcazas para poder transportarlas a los puertos en la costa atlántica. Luego, anuncian el incremento de las exportaciones de carbón como consecuencia de la anterior. (véase anexo E)

Se ha consultado en informes publicados por el gobierno como el Documento CONPES (Consejo Nacional de política económica y social). Estos informes indican de manera oficial el incremento de la exportación de carbón en Colombia. De igual manera informa de la construcción del puerto de Bocas de Ceniza y

describe la ruta o recorrido para el transporte del carbón vía fluvial o marítima.

Fuentes Gubernamentales. Se ha consultado en informes publicados por el gobierno como el Documento CONPES (Consejo Nacional de política económica y social). Estos informes indican de manera oficial el incremento de la exportación de carbón en Colombia. De igual manera informa de la construcción del puerto de Bocas de Ceniza y describe la ruta o recorrido para el transporte del carbón vía fluvial o marítima. Información que se obtuvo del ministerio de transporte y de la Flota Fluvial Carbonera.

Asociaciones Industriales, Profesionales y Comerciales. A través de diferentes asociaciones se ha podido obtener un folleto, ilustrativo del astillero de los Estados Unidos JEEFBOAT, el cual es uno de los más grande de ese país y líder en la construcción de barcazas tipo tina, de la cual sé esta analizando los procesos productivos y la distribución en planta que utiliza.

2.2 ANALISIS DE LOS RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados de las encuestas realizadas en el sector de empresas exportadoras de carbón de la zona norte.

► Actividad de las empresas carboneras.

Cuadro 4. Tabulación de la pregunta 1.

EMPRESAS	No. DE EMPRESAS	PORCENTAJE (%)
EXPORTADORAS	4	66.6
NO EXPORTADORAS	2	33.3
TOTAL	6	100

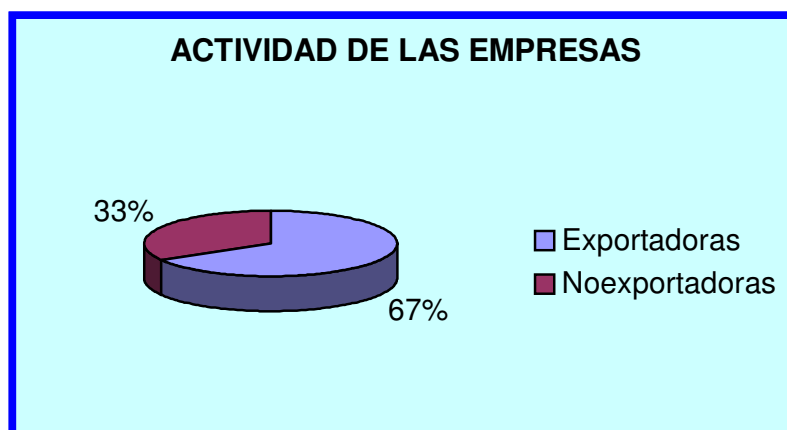


Figura 6. Actividades de las empresas.

En la figura 6, se muestran los porcentajes de las empresas que son o no son Carboneras. El 66.6 % de estas corresponden a empresas que se dedican a la exportación de carbón y el 33% no lo son.

► **Opinión de las empresas exportadoras de carbón con respecto a la perspectiva de exportación para el año 2005.** Las empresas opinaron generalmente que es una forma muy buena para tratar de reactivar la economía Colombiana, que permitirá hacer una economía de gran escala, con lo que concierne al carbón, para tratar que su precio sea competitivo en el mercado o en la bolsa internacional.

► **Medidas que piensan adoptar las empresas carboneras para el incremento proyectado, de las exportaciones de carbón en los próximos años en Colombia.** Las medidas que piensan adoptar las empresas, son aquellas que le permitan, movilizar más cantidades de toneladas de carbón al año, a través de la adquisición de la infraestructura de transporte en las diferentes modalidades. Algunas empresas dijeron que sería muy importante tener o utilizar una infraestructura de transporte multimodal ya que así se logra reducir las distancias a los puertos de exportación.

► **Medios de transporte utilizados por las compañías para movilizar el carbón a exportar, a los diferentes puertos de embarque en las costas.**

Cuadro 5. Tabulación de la pregunta 4.

MEDIO DE TRANSPORTE	No. DE EMPRESAS	PORCENTAJE (%)
Vía Férrea	0	—
Camión	0	—
Barcaza	0	—
Vía Férrea-Camión	2	50
Vía Férrea-Barcaza	2	50
Camión –Barcaza	0	—

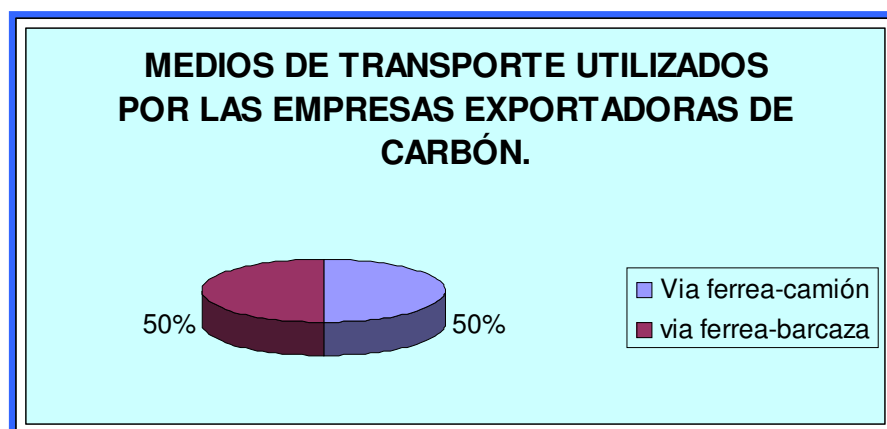


Figura 7. Medios de transporte utilizados por las empresas exportadoras.

En la figura 7, se muestran los principales medios de transporte utilizados por las compañías exportadoras de carbón. Un 50% de las empresas utiliza el transporte tanto por camión como por vía férrea y otro 50% utiliza para movilizar el mineral

tanto la vía férrea como las barcazas. Hay que anotar que la variable otros no se tabuló ya que ninguna de las empresas la respondió.

► **Procedencia de las barcazas tipo tina que utilizan las compañías.** Las compañías respondieron que las barcazas tipo tina son compradas en el extranjero tanto en el continente Norte americano como en Europa. El origen más común de las barcazas tipo tina es que sean estadounidenses o holandesas.

► **Las compañías carboneras utilizan barcazas usadas.**

Cuadro 6. Tabulación de la pregunta 6

Utiliza barcazas usadas	No. de empresas	Porcentaje (%)
SI	2	100
NO	0	—

El 100% de las empresas que utilizan barcazas afirmó que las barcazas que han adquirido para el transporte del mineral son usadas ya que su precio no se incrementa tanto con los fletes para traerlas a Colombia.

► **Costos de las barcasas tipo tina usadas y en que año fueron compradas.**

Cuadro 7. Tabulación de la pregunta 7.

No. De empresas / Barcasas usadas	Costo	Año
1	De 10000 a 50000 US	1994
1	De 50001 a 150000 US	1998

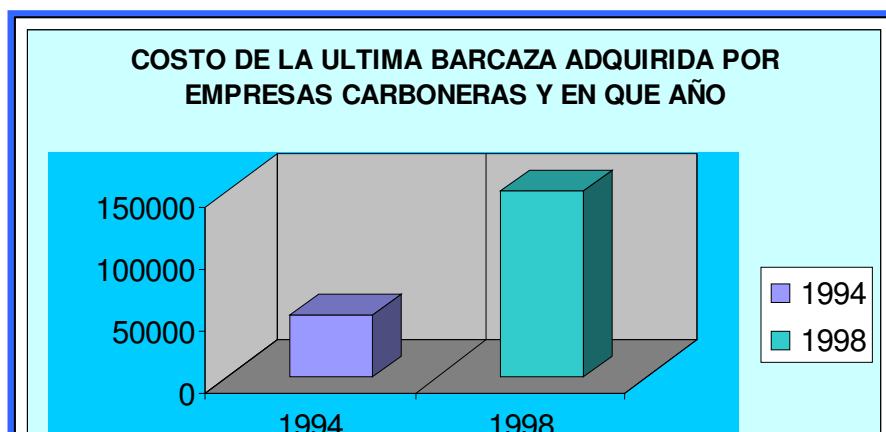


Figura 8. Costo de la última barcaza adquirida por empresas

En la figura 8 se puede observar que las empresas carboneras compraron barcasas tina en un precio de 10000 a 50000 y fueron adquiridas en el año 1994. También se observa que las barcasas adquiridas en 1998 una barcaza tienen un costo alrededor de US\$ 5000 a US\$ 150000.

► **Grado de satisfacción de las compañías con las barracazas tipo tina usadas que han adquirido.**

Calificaciones.

- Totalmente satisfecha (5)
- Muy satisfecha (4)
- Satisfecha (3)
- Muy insatisfecha (2)
- Totalmente insatisfecha (1)

Totalmente insatisfecha

Totalmente satisfecha

1

2

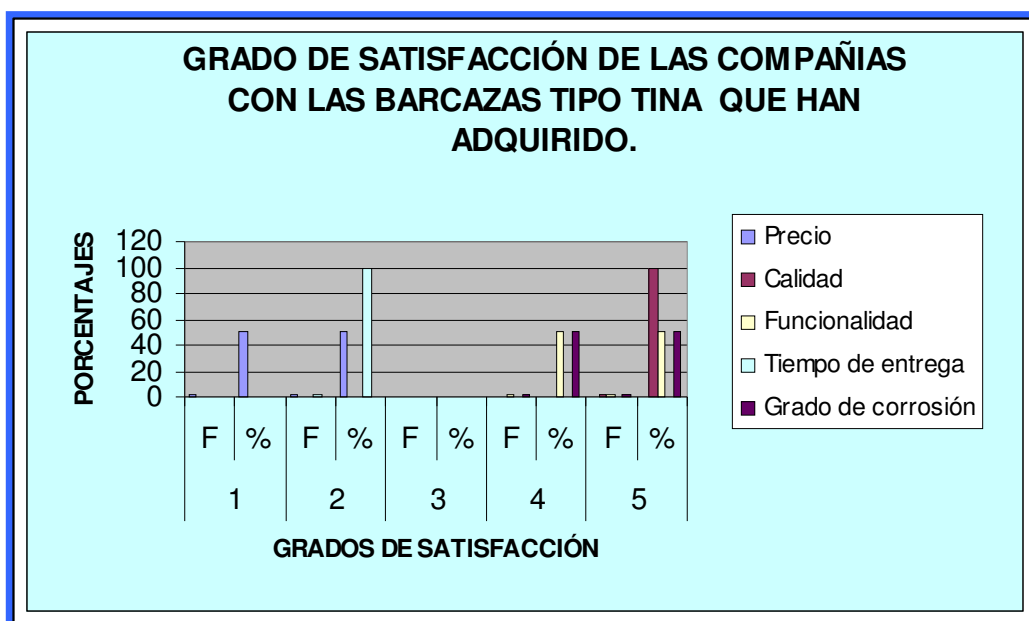
3

4

5

Cuadro 8. Tabulación de la pregunta 8

tributos	1		2		3		4		5	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Precio	1	50	1	50						
Calidad									2	100
Funcionalidad							1	50	1	50
Tiempo de entrega			2	100						
Grado de corrosión							1	50	1	50



La Figura 9. Grado de satisfacción de las empresas con las barcazas que han adquirido en el exterior.

figura 9 muestra los grados de satisfacción de las compañías respecto a algunos parámetros de barcazas tipo tina adquiridas, En donde se observa que están muy

descontenta con la calidad y el grado de corrosión que presentan estas.

► **Costos de las barcas tipo tina nuevas y en que año fueron compradas.** Este costo no se tabuló ya que las empresas carboneras no respondieron a la pregunta No. 9, lo que indica que en los últimos años no se han importado barcas tipo tina nuevas.

► **Inventario de barcas tipo tina con que cuenta las empresas carboneras.** El 50% de las empresas indican que cuentan con un inventario de barcas de un intervalo de 6 a 20 barcas, y el otro 50% indica que cuenta con un inventario de un intervalo de 21 a 30 barcas.

Cuadro 9. Tabulación de la pregunta 10.

Inventario de barcas tipo tina de las empresas carboneras	No. de empresas	Porcentaje (%)
De 0 a 5 barcas		
De 6 a 20 barcas	1	50
De 21 a 30 barcas	1	50
De 31 ó más barcas		

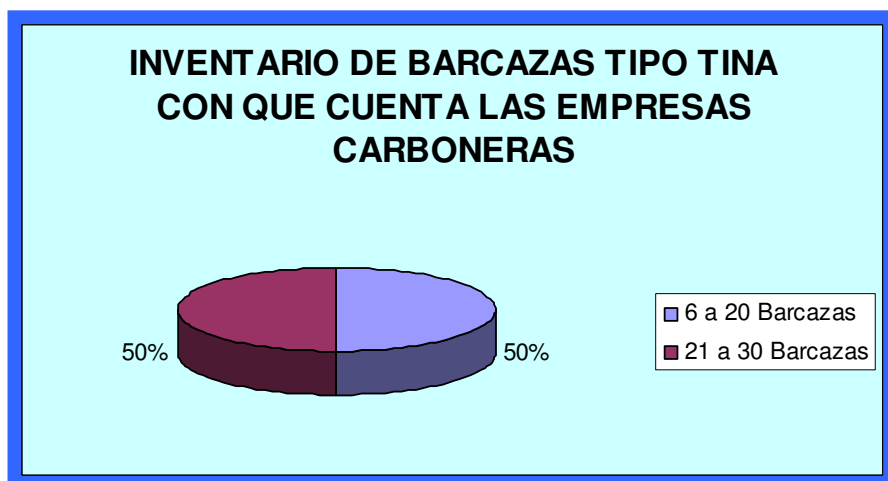


Figura 10. Inventario de barcazas tipo tina de las empresas carboneras.

► Actitud de compra de las empresas carboneras de barcazas tipo tina de acuerdo al incremento de la explotación y exportación de carbón para el año 2005

Cuadro 10. tabulación de la pregunta No. 11.

Compraría barcazas tipo tina	No. De empresas	Porcentaje (%)
Si	3	75
No	1	25
Total	4	100

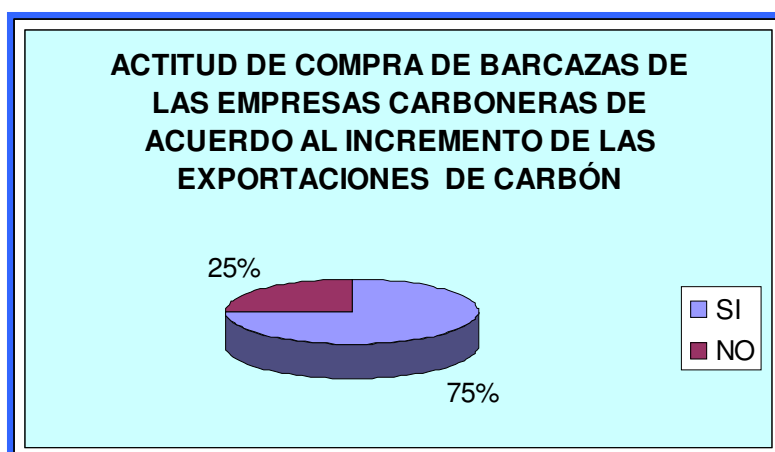


Figura 11. Actitud de compra de barcazas de las empresas carboneras de acuerdo al incremento de las

En la figura 11, se muestran los porcentajes de la actitud de compra de las empresas carboneras de barcazas, de acuerdo al incremento de la explotación y exportación de carbón en Colombia. El 75% de las empresas encuestadas opinan que si comprara barcazas para poder ampliar su infraestructura para poder movilizar el incremento de toneladas del mineral. El 25% opina que no comprara barcazas, porque prefieren la vía férrea y el camión.

► **Actitud de compra de las empresas carboneras de barcazas tipo tina manufacturadas en Colombia.** Como era de esperarse el mismo 75% de las empresas estarían dispuesta a comprar barcazas tipo tina manufacturadas en Colombia siempre y cuando cumpla o supla las necesidades propias para la operación de transporte y embarque. Un 25% de las empresas no estaría dispuesta a comprarlas.

► **Cantidad de barcazas que las compañías piensan comprar para los próximos 10 años.**

Cuadro 11. Tabulación de la pregunta 13.

Cantidad de barcazas tipo tina	No. de empresas	Porcentaje (%)
De 0 a 3 barcazas	3	75
De 4 a 6 barcazas	1	25
De 7 a 10 barcazas	—	
De 11 ó más barcazas	—	

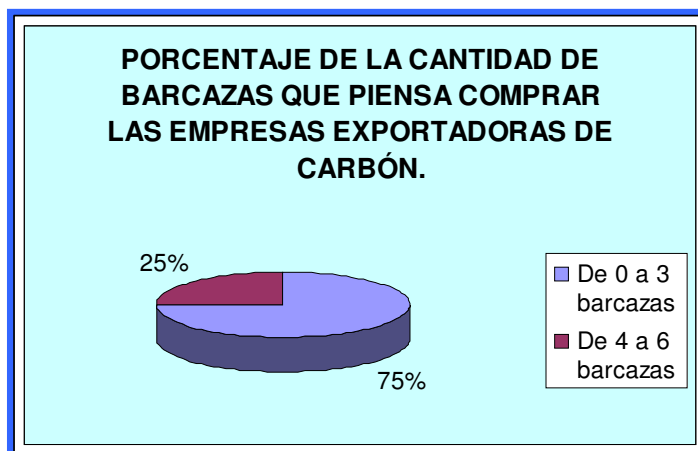


Figura 12. Porcentaje de la cantidad de barcazas que piensan comprar las

En la figura 12 se observa que un 75% de las empresas esta dispuesta a comprar de 0 a 3 barcazas tipo tina y un 25% de estas empresas estaría dispuesta a comprar de 4 a 6 barcazas. Cabe anotar que el aumento de la demanda de

barcazas tipo tina, esta muy ligada a los trabajos tanto de adecuación o terminación de ciertos proyectos del cual depende el transporte multimodal. Por esta razón si la movilización del carbón aumenta la de barcazas también.

► **Como planea la compañía adquirir el paquete de barcazas tipo tina.**

Las empresas exportadoras de carbón afirmaron que no tienen muy claro, los planes que van a utilizar para la compra de barcazas. Aunque ellas anotan que la compra de las barcazas se hará de forma gradual a través de los próximos 10 años, en los cuales se vayan haciendo realidad algunos proyectos que han sido resaltados en el documento CONPES.

► **Mayor porcentaje de costo que pagarían las empresas exportadoras de carbón por una barcaza construida en Colombia sobre una extranjera.** Las empresas exportadoras de carbón no están dispuestas a pagar ningún porcentaje de costos por encima al costo internacional de una barcaza tipo tina.

► **Características que la compañía considera importante para la adquisición de barcazas tipo tina producidas en Colombia.**

Calificaciones.

- Totalmente importante (5)
- Muy importante (4)
- Importante (3)
- Sin importancia (2)
- Totalmente sin importancia (1)

Totalmente sin importancia

Totalmente importante

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Cuadro 12. Tabulación de la pregunta 14

Atributos	1		2		3		4		5	
	F	%	F	%	F	%	F	%	F	%
Calidad									4	100
Tiempo entrega					1	25	3	75		
Especificaciones			2	50	1	25	1	25		
Precio							3	75	1	25
Garantía									4	100
Servicio							4	100		

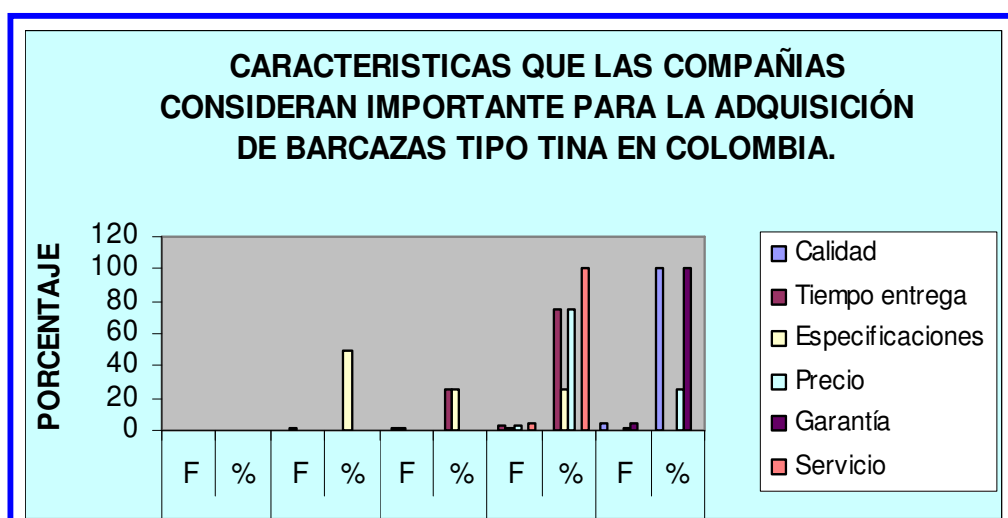


Figura 13. Características que las compañías consideran importante para la adquisición de barcazas en Colombia.

En la figura 13 se observa que las empresas carboneras les parece demasiado importante la calidad, el servicio postventa y la garantía. Como era de esperarse la calidad es uno de los parámetros fundamentales en la compra o venta de una embarcación, y el servicio postventa es fundamental para el mantenimiento que periódicamente se le debe realizar. Pero también no se puede olvidar la garantía, de poder asegurar a los clientes que las barcazas esta en condiciones de cumplir su ciclo de vida útil.

► **Disposición de las empresas exportadoras de carbón de realizar el suministro, de los aceros para la construcción local de barcazas, aprovechando las exenciones aduaneras previstas, en la legislación para la fabricación en territorio Colombiano de los equipos destinados a la**

actividad de exportaciones.

Todas las empresas que tienen la actitud de comprar barcazas tipo tina en Colombia están dispuestas a dar el suministro del acero, por que de esta forma los costos de adquisición de las barcazas disminuiría considerablemente. Astivik s.a. esta en contacto con las empresas exportadoras de carbón, ya que esta es la encargada de realizar mantenimiento a las embarcaciones de transporte de carbón, las cuales ya han hecho el ofrecimiento respectivo.

2.3 METODOLOGIA TÉCNICA DE LA DETERMINACION DE LA DEMANDA

Dado el carácter puntual de la demanda de las barcazas como elemento constitutivo de la cadena de infraestructura de transporte para la exportación de volúmenes de carbón específicos; y dado su carácter de elemento supeditado al proceso; el estimado de la proyección de la demanda se debe hacer teniendo en cuenta el carbón que se movilizará en los puertos de Tamalameque y Carare; es decir, que la demanda no se puede proyectar a partir de regresión basada en datos históricos de importaciones ó construcción local de barcazas, pues las anteriormente realizadas obedecieron a volúmenes de demandas, puertos y capacidades de convoy, específicas para proyectos de producción específicos y diferentes a los considerados en el presente. Hay que anotar que estos puertos

son los que más volúmenes de carbón movilizarán, por esto en el estudio se escogieron para realizar los cálculos de la determinación técnica de la demanda.

Mayores volúmenes de carbón oferta exportable. Como figura en los antecedentes del estudio de mercado, los mayores volúmenes (toneladas) de exportación en los puertos fluviales se presentan en Tamalameque y Carare. El cuadro 13 muestra las cantidades probables y optimistas de exportación de carbón de estos dos puertos.

Cuadro 13. Volúmenes de exportación de carbón en Tamalameque y Carare

Puerto Fluvial	Toneladas 1997	Toneladas 2005 Probable	Toneladas 2005 Optimista
Tamalameque (Cesar)	1.100.000	5.000.000	10.000.000
Carare (Santander)	0	1.500.000	3.000.000

Fuente. Documento CONPES. Planes exportación Carbón.

Vía de comunicación a utilizar. Para la movilización de estos volúmenes de carbón se ha considerado, por ser teóricamente el más competitivo¹⁰, la vía fluvial del Río Magdalena. El cuadro 14 muestra las distancias que hay desde los puertos hasta las ciudades de Cartagena y Barranquilla.

Cuadro 14. Distancia recorrida de los puertos a las ciudades de Cartagena y Barranquilla

Puerto Fluvial	Kilómetros a Cartagena	Kilómetros a Barranquilla
Tamalameque (Cesar)	400	383
Carare (Santander)	671.1	654.1

Parámetros de velocidad operacionales. Por las características de las secciones transversales del río, la velocidad de las aguas, la pendiente de la película de agua del río, las velocidades promedio de las embarcaciones tipo cuando están en navegación bajo estos parámetro en el río Magdalena son¹¹:

Cuadro 15. Velocidad de navegación.

¹⁰ CONPES. Estrategia para el desarrollo de infraestructura de transporte y embarque para la exportación del carbón colombiano. 1998. Pág. 39

¹¹ Manual del río Magdalena. MINISTERIO DE TRANSPORTE.

Puerto Fluvial	Velocidad convoy subiendo	Velocidad convoy bajando
Tamalameque	6 Km por hora	8 Km por hora
Carare	6 Km por hora	8 Km por hora

Parámetros de los tiempos operacionales. Los tiempo de viaje de un convoy (1 remolcador halando un grupo de 6 barcazas) es la distancia de los puertos fluviales de Tamalameque hasta los puertos marítimos de Cartagena y Barranquilla sobre la velocidad del convoy en las maniobras de subida y bajada en el río. Los tiempo de carga y descarga son parámetros determinados por las mismas empresas exportadoras. Los tiempos promedio de las embarcaciones tipo se muestran en el cuadro 16.

Cuadro 16. Tiempo de los viajes de los convoy

Puerto Fluvial	Trayecto	Tiempos viaje convoy. (hr)	Total maniobra
Tamalameque	Subiendo	66.6	116 horas
	Bajando	40.0	
	Cargue -Descargue	10.0	
Carare	Subiendo	111.8	205,8 horas
	Bajando	84.0	
	Cargue -Descargue	10.0	

Parámetros de viajes redondos anuales. Los tiempos anuales de los viajes teórico en convoy a través del río Magdalena se calculan dividiendo las horas anuales laborables (8736) entre el tiempo total de la maniobra (cuadro 17). Los viajes prácticos se calculan omitiendo los días probables que la embarcación atraque en la bahía o se encuentre en mantenimiento.

Cuadro 17. Viajes convoy por año

Puerto Fluvial	Viajes convoy teórico x año	Viajes convoy año + margen
Tamalameque	74	60
Carare	40	32

Cálculo demanda de barcazas. Para el número de viajes -convoy anteriormente calculado, se procede a determinar el número de barcazas que se demanda para las proyecciones de movilización de mayores volúmenes de carbón. Si un convoy realiza 60 viajes por año lleva una carga de 432.000 toneladas anuales pero se necesitan transportar 5.000.000 y hasta 10.000.000 millones de toneladas anuales (cuadro 12), entonces se divide las toneladas estimadas entre 432.000 y resultan

11.57 convoys, aproximando 12 convoys. Los resultados de los cálculos se observan en el cuadro 18.

Cuadro 18. Determinación del número de convoys

Puerto Fluvial	Número de convoy año (Probable)	Número de convoy año (Optimista)
Tamalameque	11.57	23.14
Carare	6.52	13.04

Número de barcazas requeridas por los puertos de Tamalameque y Carare.

La cantidad de barcazas requeridas por estos puertos exportadores para satisfacer la cantidad de carbón a exportar, probable y optimista, se determina multiplicando el número de convoys resultante (cuadro 19) por la cantidad de barcazas que son halados por un convoy (6 barcazas).

Cuadro 19. Número de barcazas demandadas

Puerto Fluvial	Número de barcazas probable	Número de barcazas optimista.
Tamalameque	69.42	138.84
Carare	39.12	78.24
Total	108.54	217.08

El número de barcazas requeridas por el puerto de Tamalameque y Carare, para la volúmenes probable de carbón en el 2005 es de aproximadamente 69 barcazas y 39 respectivamente y para volúmenes de exportación de carbón optimista para los puertos es de 139 y 78 respectivamente barcazas.

La cantidad de barcazas determinadas anteriormente no son explícitas para la adquisición en un solo año, sino que el proceso de adquisición se realizará de acuerdo de la terminación de los trabajos de la adecuación del puerto de Tamalameque y la construcción del puerto de Carare.

2.4 CONCLUSIONES

Después de realizar el análisis del mercado , se concluye que existe la demanda de barcazas, por parte de las empresas con puertos carboníferos marítimos y fluviales. Las empresas son conscientes que el uso de barcazas genera mayores beneficios entre los cuales mencionamos transporte más ágil, más económico, contribuye a la protección del medio ambiente en ventaja de otros sistemas de transporte y más capacidad de carga por viaje.

En el análisis del mercado realizado a las empresas –clientes, arrojó que la cantidad demandada de barcazas anualmente es de 15 unidades, esto es solo atendiendo mercado nacional, ya que el producto por sus características de diseño estándar permite ser comercializada en otros países, que también son utilizadas para transporte de otros bienes. En la determinación técnica de la demanda arrojó que la cantidad de barcazas demandadas es de 109 barcazas en caso probable para el año 2005.

Para la determinación de la cantidad de barcazas que se deben producir se basó en el análisis del mercado, considerando un número de 15 barcazas optimista que demandarán las empresas exportadoras de carbón. El estudio técnico a pesar que arroja datos teóricos, para los puertos será una demanda real, no proyecta datos

exactos de cuantas barcazas se debe producir anualmente hasta el año 2005, ni capacidad de las empresas en la compra, debido a la capacidad de construcción de los puertos en los años venideros.

Como anteriormente se mencionó, las empresas que participaron en la encuesta: Drummon S.A., Flota Fluvial Carbonera, Prodeco S.A., estarían dispuestos a comprarlas siempre y cuando satisfagan las condiciones de garantía del producto, calidad, precio competitivo al que ellos la adquieren importadas.

Por lo anterior se aprecia la necesidad de diseñar un plan de producción de barcazas que satisfaga la demanda, tratando de minimizar los tiempos y costos de construcción a través del análisis de los métodos e implementación de tecnología lo cual conlleva a ofertar con precios competitivos en el mercado y tener un alto nivel de calidad en el producto.

Con base en la encuesta, la posibilidad de ofrecer barcazas a un menor costo, puede ser una realidad ya que las empresas están dispuestas a participar en el proceso de exportación de las láminas y perfiles de acero, oportunidad que genera gran impacto en el costo de fabricación, por la disminución de los impuestos de exportación por parte de las empresas carboníferas por ser exportadoras.

3. ESTUDIO DE TIEMPOS

Esta actividad comprende la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una determinada tarea, con base en la medición del contenido de trabajo de trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

Los objetivos principales de esta actividad son:

- Determinar el tiempo real de construcción de una barcaza.
- Determinar la productividad del proceso.
- Minimizar el tiempo requerido para la ejecución de trabajos.
- Proponer la calidad y la confiabilidad del producto.

En el análisis de tiempos tiene varias técnicas que se utilizan para establecer un estándar: el estudio cronométrico, recopilación computarizada de datos, datos estándares, evaluación analítica, muestreo de trabajo y estimaciones basadas en datos históricos.

3.1 Recopilación de la Información. Para realizar el estudio de tiempos se empleo la técnica de Evaluación Analítica para los procesos de sandblasting, pintura, corte, rolado, y para los procesos de soldadura SAW, MIG/MAG y electrodo revestido.

Las informaciones de los tiempos fueron dadas por Astilleros Vikingos S.A., Comeca Ltda., Naval & Marítima Ltda., IMEC Ltda. y Central de soldaduras.

La evaluación analítica consiste en la recopilación de la información a partir de datos suministrados por los folletos de las empresas que manufacturan las máquinas y equipos y de algunas empresas del sector que las emplean en su funcionamiento, sacando así un promedio de tiempos máquinas para determinar el tiempo normal de cada una de ellas en las operaciones.

3.2 OPERACIONES

Se denomina operación a la producción de bienes y servicios, el establecimiento de actividades de valor agregado que transforman insumos (entradas) en productos (salidas)¹².

Las operaciones a las cuales se les efectuó el estudio de tiempos fueron las siguientes:

- Limpieza o Sandblasting
- Pintura
- Corte de láminas y perfiles
- Metal Inert Gas (MIG/MAG)
- Sumerg Arc Welding (SAW)
- Electrodo revestido
- Rolado de láminas

3.2.1 Limpieza o Sandblasting. Se inicia el *sandblasting* colocando la boquilla a 20 cms. de la superficie a limpiar y con movimientos verticales y horizontales de la

¹² NOORI, Hamid. Administración de operaciones y producción. Calidad total y respuestas sensible rápida. 1Ed. Pág. 29.

boquilla hasta desprender la corrosión de acuerdo al grado de *sandblasting* contratado.

Terminado el *sandblasting* se procede a soplar con aire comprimido para retirar el polvo no visible y partículas que se hayan quedado en el proceso para dar paso a la aplicación de la primera capa de pintura anticorrosiva (primer).

La operación de sandblasting y pintura se mide por m² de cara y cara de la superficie de los perfiles y las láminas.

El tiempo promedio para realizar la operación de *sandblasting* es de 6.4 horas para 120m² de lámina de acero ASTM-131A. (Véase anexo F)

3.2.2 Pintura. Consiste en la aplicación de una o más capas de pintura de diferente composición química sobre la superficie metálica con la finalidad de proteger la corrosión.

Para la aplicación de las pinturas se utilizarán pistola con aire, pistola sin aire de alta presión, brochas y rodillo según sea el caso.

Las pinturas se aplicarán siguiendo las instrucciones de uso y preparación referentes a capas, espesores, intervalos de repintado, temperaturas adecuadas,

esquemas y especificaciones de las respectivas casas fabricantes. La operación de pintura se realiza a la intemperie utilizando compresores con aire de alta presión. Los datos obtenidos fueron dados por subcontratista del astillero que, en parte, se dedican a esta operación (Naval & Marítima Ltda.). el tiempo determinado para la aplicación de 120m² de acero es de 1.6 horas para un espesor de 3 mils. Los tiempo totales se muestra en el anexo G para las piezas de la barcaza.

3.3.3 Corte de láminas y perfiles. La máquina de corte con plasma su tiempo fue evaluado por especificaciones de un tiempo optimista de los catálogo de la empresa fabricadora¹³.

El corte de láminas se realiza con la máquina automática de plasma, cuyo funcionamiento es similar a la de un Pantógrafo automático. Los tiempos de corte varían según el espesor de la chapa.

Las soluciones constructivas realizadas, enfocadas al soporte de este tipo de tecnología plasma, permiten proponer un instrumento válido para garantizar una calidad de corte aplicable a contornos muy elaborados, garantizando en todo caso un corte prácticamente libre de rebabas y con un ángulo de casi nulo. El resultado que se puede obtener es comparable al típico de la tecnología láser, permitiendo

¹³ Pagina web www.mainox.com

sin embargo una mayor productividad y unos costes considerablemente más económicos¹⁴.

El corte de los perfiles se realiza de forma transversal con la máquina de corte manual ya que da mejores tiempos de ejecución y acabado; se realiza en los talleres de pailería.

Cuadro 20. Tiempos de la máquina de corte con plasma automática

PROCESO	TIEMPO MAQUINA	
	ESPEJOR	VELOCIDAD DE AVANCE
Corte de láminas con máquina automática de corte con plasma	7.93mm(5/16")	884mm/min.
	9.5mm (3/8")	823mm/min.
	15.8mm(5/8")	640.8mm/min.
	19.05mm(3/4")	580mm/min.

¹⁴ Página web www.BBS.com

Cuadro 21. Tiempos de la máquina de corte con plasma manual

PROCESO	TIEMPO MAQUINA	
	ESPEJOR	VELOCIDAD DE AVANCE
Corte de láminas con máquina manual de corte con plasma	7.93mm(5/16")	884mm/min.
	9.5mm (3/8")	487mm/min.
	15.8mm(5/8")	335mm/min.

3.3.4 Metal Inert Gas (MIG/MAG). Los parámetros de este tipo de soldadura están condicionadas por el equipo y del operario que ejecute el proceso entre los primeros se cuenta la tensión, la velocidad de alimentación del alambre y la inductancia. Estos son regulados por el equipo de soldadura. Los parámetros que depende del soldador son la inclinación de la pistola, la distancia entre del alambre la velocidad de soldadura y la posición del operario.

La soldadura MIG/MAG se recomienda para la soldadura de unión de perfiles de forma semiautomática y el trabajo se realiza bajo techo.

Al igual que en las demás soldaduras, en las MIG/MAG el soldador expone su salud a riesgos si no adopta medidas protectoras. Los principales riesgos que hay que tener en cuenta son los humos y los gases, así como la radiación ultravioleta del arco.

Cuadro 22. Tiempo de la Soldadura MIG/MAG

PERACION	TIEMPO MAQUINA				
	Posición ¹⁵	Tipo de junta	Espesor	Voltaje de soldadura ¹⁶	Velocidad de avance m/min.
Soldadura MIG/MAG	1G	A tope	9.5mm(3/8")	20-40V	285
	1G	Bisel	9.5mm(3/8")	20-40V	304
	4G	Filete	6.35mm(1/4)	20-40V	270.5
	4G	Filete	9.5mm(3/8")	20-40V	260
	4G	Filete	7.93mm(5/16)	20-40V	260
	4G	Filete	15.8mm(5/8")	20-40V	210

3.3.5 Sumerg Arc Welding (SAW). Las variables a ser controladas en este proceso para producir soldadura satisfactorias son: la corriente, el voltaje y la velocidad de avance.

Corriente: con su incremento aumenta la penetración

Voltaje: el ancho del cordón se incrementa aumentando el voltaje

Velocidad: con el incremento de la velocidad de avance, la penetración y el ancho del cordón se reducen.

¹⁵ 1G: plana; 2G: horizontal; 3G: vertical; 4G: Sobrecabeza

¹⁶ Los valores exactos depende del diámetro de alambre y del gas de protección

La soldadura SAW se utiliza para uniones de laminas con bisel que hacen parte el forro del casco y para las uniones a tope. Se realiza en posición plana y es de forma automática.

Cuadro 23. Tiempo de la soldadura SAW

OPERACION	TIEMPO MAQUINA				
	Posición	Tipo de junta	Espesor	Voltaje de soldadura	Velocidad de avance mm/min
Soldadura SAW	1G	A tope	9.5mm(3/8")	32	600
	1G	Bisel	9.5mm(3/8")	32	330
	1G	Filete	4.76mm(3/16)	32	260
	1G	Filete	6.35mm(1/4)	32	250
	1G	Filete	9.5mm(3/8")	32	220
	1G	Filete	7.93mm(5/16)	32	200
	1G	Filete	15.8mm(5/8")	32	190.

3.3.6 Electrodo revestido. La soldadura de Arco Revertido se emplea para unir estructuras fuera de los talleres, en la línea de ensamble y en las zonas de subensambles, se realiza de forma manual para todo tipo de junta.

Es la más utilizada en los astilleros locales, por poder adaptarse a todas las posiciones de soldadura aunque la velocidad de deposición es la mas lenta de todas las anteriores.

Cuadro 24. Tiempo de la soldadura electrodo revestido

OPERACION	TIEMPO MAQUINA			
	Posición	Tipo de junta	Espesor	Velocidad de avance
Soldadura Electrodo Revertido	1G	Bisel	9.5mm(3/8")	37.5mm/min.
	1G	A tope	9.5mm(3/8")	34.5mm/min.
	4G	Filete	6.35mm(1/4)	30 mm/min.
	4G	Filete	7.93mm(5/16)	30mm/min
	4G	Filete	9.5mm(3/8")	26mm/min.
	4G	Filete	15.8mm(5/8")	26mm/min.

3.3.7 Rolado de láminas. Esta operación se realizan máquinas mecánicas necesariamente por el gran tamaño de las láminas y el espesor de las mismas. El tiempo promedio se observa en el cuadro 25 .

Cuadro 25. Tiempo de la operación de rolado

PROCESO	TIEMPO MAQUINA	
	ESPESOR	VELOCIDAD DE AVANCE
Rolado de laminas con máquina automática de Rolado	7.93mm(5/16")	25mm/seg
	9.5mm (3/8")	30 mm/seg
	15.8mm(5/8")	35 mm/seg
	19.05mm(3/4")	40 mm/seg

3.2 TIEMPO ESTANDAR

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que una operación de tipo medio, plenamente calificado y adiestrado, y trabajando a un ritmo normal, lleve a cabo una operación.

Los tiempos elementales concedidos o asignados se evalúan multiplicando el tiempo elemental medio transcurrido, por un factor de conversión¹⁷. Por tanto,

$$T_a = (M_t)(C)$$

Donde

T_a = tiempo elemental asignado

M_t = Tiempo elemental medio transcurrido

C = Factor de conversión que se obtiene multiplicando el factor de calificación de actuación por la suma de la unidad y la tolerancia o margen aplicable.

3.3.1 Tolerancias. Después de haber calculado el tiempo normal, se procede a la adición de un margen o tolerancia al tener en cuenta las numerosas

¹⁷ NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos. 9 ed. Pág. 459

interrupciones, retrasos y disminución del ritmo de trabajo producidos por la fatiga inherente a todo trabajo.

Las tolerancias se aplican al tiempo de esfuerzo, para cubrir tres amplias áreas, que son¹⁸:

- **Demoras personales.** Son aquellas interrupciones en el trabajo necesario para la comodidad o bienestar del empleado. Esto comprende las ida a tomar agua y a los sanitarios.

- **Fatiga.** Este rubro cubre las fatiga tanto física como mental, que producen una disminución en la voluntad para trabajar.

- **Retrasos inevitables.** Esta demora se aplica a elementos de esfuerzos. Son las interrupciones en el curso de un día de trabajo.

El propósito fundamental de las tolerancias es agregar un tiempo suficiente al tiempo de producción normal que permita al operario de tipo medio cumplir con el estándar cuando trabaja a un ritmo normal.

Las tolerancias que aplican a las operaciones realizadas por los operarios en los trabajos son los siguientes:

¹⁸ NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos. 9 ed. Pág.435-439

■ **Condiciones Atmosféricas.** Las condiciones térmicas que se presenta en este tipo de industria es alta, presenta aproximadamente 28°C de temperatura cuando están operando fuera de la embarcación y al aire libre; y hasta un 34°C cuando realizan operaciones de soldadura dentro de la barcaza.

■ **Fatiga.** Las condiciones de trabajo a las que están sujetas los operarios son críticos. La luz es relativamente escasa cuando se realizan las soldaduras dentro de la barcaza, donde hay poco espacio. El calor es extenuante para los soldadores que deben vestir overoles y pechera para realizar las operaciones de soldadura. La radiación ultravioleta, el arco eléctrico emite luz visible, radiación infrarroja y ultravioleta causan fatiga visual y daños en los ojos.

■ **Necesidades Personales.** Es un factor importante y crítico ya que los operarios trabajan a la intemperie y utilizan máquinas que suministran gran cantidad de calor, como son los equipo de soldadura, esto les produce demasiada sofocación y toman gran cantidad de agua con regularidad. También realizan con frecuencia la ida al baño.

■ **Nivel de ruido.** El ruido que se presenta es intermitente y fuerte. Se escucha generalmente cuando se realizan operaciones de soldadura con

electrodo revestido, y en el proceso de limpieza de las láminas y perfiles, por la presión con que sale el aire con arena y pega en la lámina, además del sonido que emiten los compresores.

■ **Emanación de gases y polvo.** En las soldaduras, el soldador se ve sometido a riesgos de salud. Los riesgos principales que hay que tener en cuenta al soldar son los contaminantes del aire en forma de humos y gases de las operaciones de soldadura y la emisión de olores penetrantes de la pintura; y la fuerte radiación del arco voltaico.

El polvillo que percibe el operario por efecto de la limpieza de las láminas (*Sandblasting*).

■ **Postura.** Es un margen crítico ya que el diseño de la barcaza implica que para realizar operaciones de soldadura, generalmente, se adopten posiciones muy molestas, como son las soldaduras sobrecabeza, de forma horizontal, y acostados, con muy poco espacio para movilizarse.

3.3.1.1 Determinación de los márgenes. La asignación de los valores (%) para las condiciones laborales fueron tomadas de la oficina internacional del trabajo,

que ha tabulado el efecto de las condiciones para llegar a un factor de tolerancia por retrasos y fatiga¹⁹. (Ver anexo H)

El cuadro 26, resume la lista de factores que afectan la labor del individuo en su puesto de trabajo.

Cuadro 26. Cuadro de suplementos.

FACTORES	CARACTERÍSTICAS	MARGENES (%)
		Hombres
Nivel de ruido	Intermitente y fuerte	0 – 5
Necesidades personales		5
Fatiga		0 – 5
Postura	Sentado	0 – 1
	De pie (ambos)	1 – 2.5
Condiciones térmicas	Menos de 1 °C	Mas de 100
	32-55 °F	10 – 0
	55-75 °F	0
	75-100 °F	0 – 40
	Mas de 36 °C	Mas de 40
Emanación de gases	MIG-MAG	10-30

¹⁹ NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos. Ed. 9. Pág. 443.

3.3.1.2 Aplicación de los Márgenes o tolerancias. La tolerancia es un multiplicador, de modo que el tiempo normal, que consiste en elementos de trabajo productivo, se puede ajustar fácilmente al tiempo asignado.

El margen se basa en un porcentaje de tiempo de producción diaria o jornada de trabajo (480 minutos).

El tiempo normal debe ser multiplicado por un factor de tolerancia para determinar el tiempo asignado. (ver ejemplo 1.).

Ejemplo 1.

Para el proceso de soldadura SAW en posición plana.

$$\text{Factor de tolerancia} = \frac{100\%}{100\% - 38\%} = 1.61$$

Así, el tiempo normal debe ser multiplicado por 1.61 para determinar el tiempo asignado.

$$T_a = (M_t) * (C)$$

$$T_a = (600) * (1.61) * (1)$$

$$T_a = 967.7 \text{ minutos}$$

El cuadro 27 muestra los tiempos asignados para el proceso de fabricación de una barcaza.

3.4 DIAGRAMA DE PROCESO DE HOMBRE Y MAQUINA

Este diagrama se emplea para estudiar, analizar y mejorar solo una estación de trabajo cada vez. Este diagrama indica la relación exacta en tiempo entre el ciclo de trabajo de la persona y el ciclo de operación de su maquina. Con estos hechos claramente expuestos, existen posibilidades de una utilización completa de los tiempos de hombre máquina, y un mejor equilibrio del ciclo de trabajo.

El diagrama hombre y maquina muestra claramente las áreas en las que ocurren tanto tiempos muertos de maquina y hombre²⁰.

3.4.1 Descripción de diagrama de proceso hombre y máquina. Al lado izquierdo de la hoja se indican las operaciones y tiempos correspondientes al operario, y a la derecha se muestran gráficamente el tiempo de trabajo y el tiempo muerto de la máquina o máquinas, según sea el caso. El tiempo de trabajo del obrero se muestra en la línea vertical continua. La interrupción o discontinuidad de la línea representa el tiempo muerto del operario. Del mismo modo, la línea vertical continua bajo el nombre de la máquina presenta el tiempo de trabajo de la

²⁰ NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos. 9 ed. Pág. 157-158

máquina, la interrupción o discontinuidad de la línea representa el tiempo muerto de la máquina²¹.

Los valores de tiempo elementales representan tiempos estándares que incluyen un margen aceptable para tener en cuenta la fatiga, retrasos y demoras inevitables.

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE –MAQUINA
--

Objeto del diagrama: <u>Corte lámina de acero de 3/8 espesor</u> Diagrama No. <u>001</u>
--

²¹ NIEBEL, Benjamín. Ingeniería Industrial: métodos, tiempos y movimientos. 9 ed. Pág. 157-158

Pieza: B3 Block: MB1 Dimensión: 9.5*33528*123444 mm

Comienzo del diagrama: Cargar la máquina para el cortado

Final del diagrama: Retirar pieza cortada

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	MAQUINA DE CORTE DE	
DE			
Cargar pieza a la máquina	2	Tiempo	
Programar máquina	0.25		
Colocar boquilla	1.25		
Prender máquina	0.10		
Arrancar máquina	0.05		
Avance de la máquina	Tiempo	79.5	
Recoger pieza y dejar a un	1.5	Tiempo	
Tiempo muerto de operario	79.5	Tiempo muerto Máquina	79.5
Tiempo trabajo de operario	5.15	Tiempo trabajo Máquina	5.15
Horas hombre	84.65	Tiempo ciclo máquina	84.65

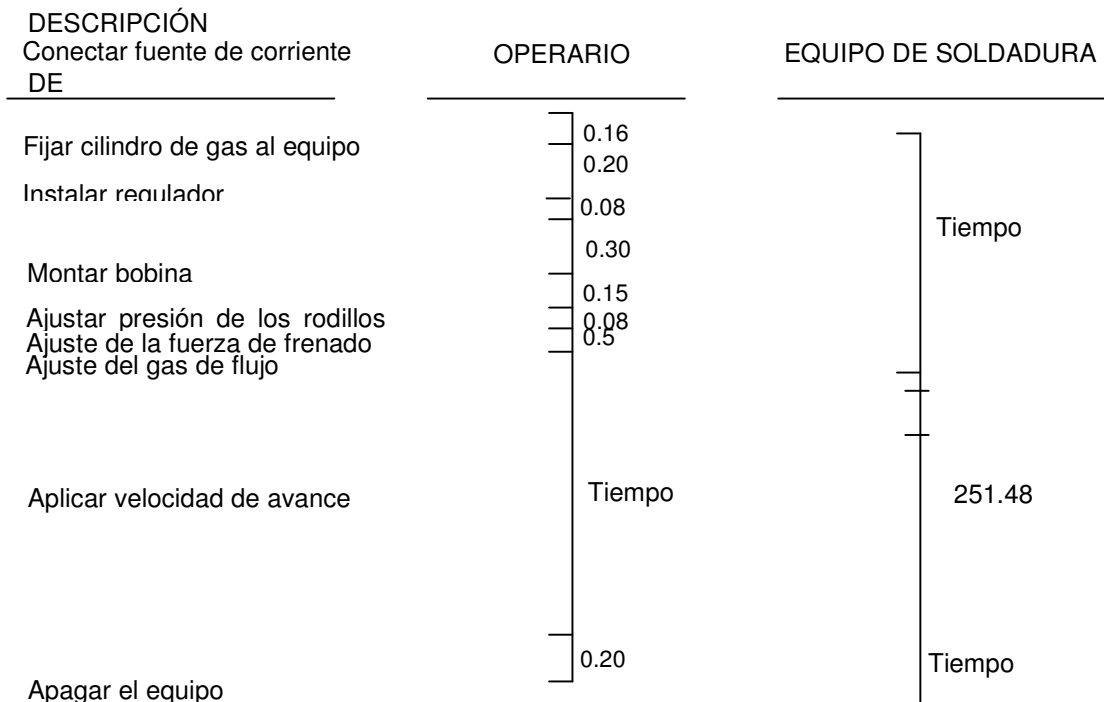
DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE –MAQUINA

Objeto del diagrama: Soldar lámina de acero de 3/8 espesor Diagrama No. 002

Pieza: B3 Block: MB1 Dimensión: 9.5*33528*123444 mm

Comienzo del diagrama: Instalar equipo de soldadura

Final del diagrama: Apagar equipo



Tiempo muerto de operario	251.48	Tiempo muerto Máquina	1.67
Tiempo trabajo de operario	1.67	Tiempo trabajo Máquina	251.48
Horas hombre	<u>253,15</u>	Tiempo ciclo máquina	<u>253,15</u>

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE –MAQUINA

Objeto del diagrama: Rolado lámina de acero de 3/8 espesor Diagrama No. 003

Pieza: RD1 Block: RK Dimensión: 9.5*2540*8559.8

Comienzo del diagrama: Cargar la máquina para el rolado

Final del diagrama: Retirar pieza rolada

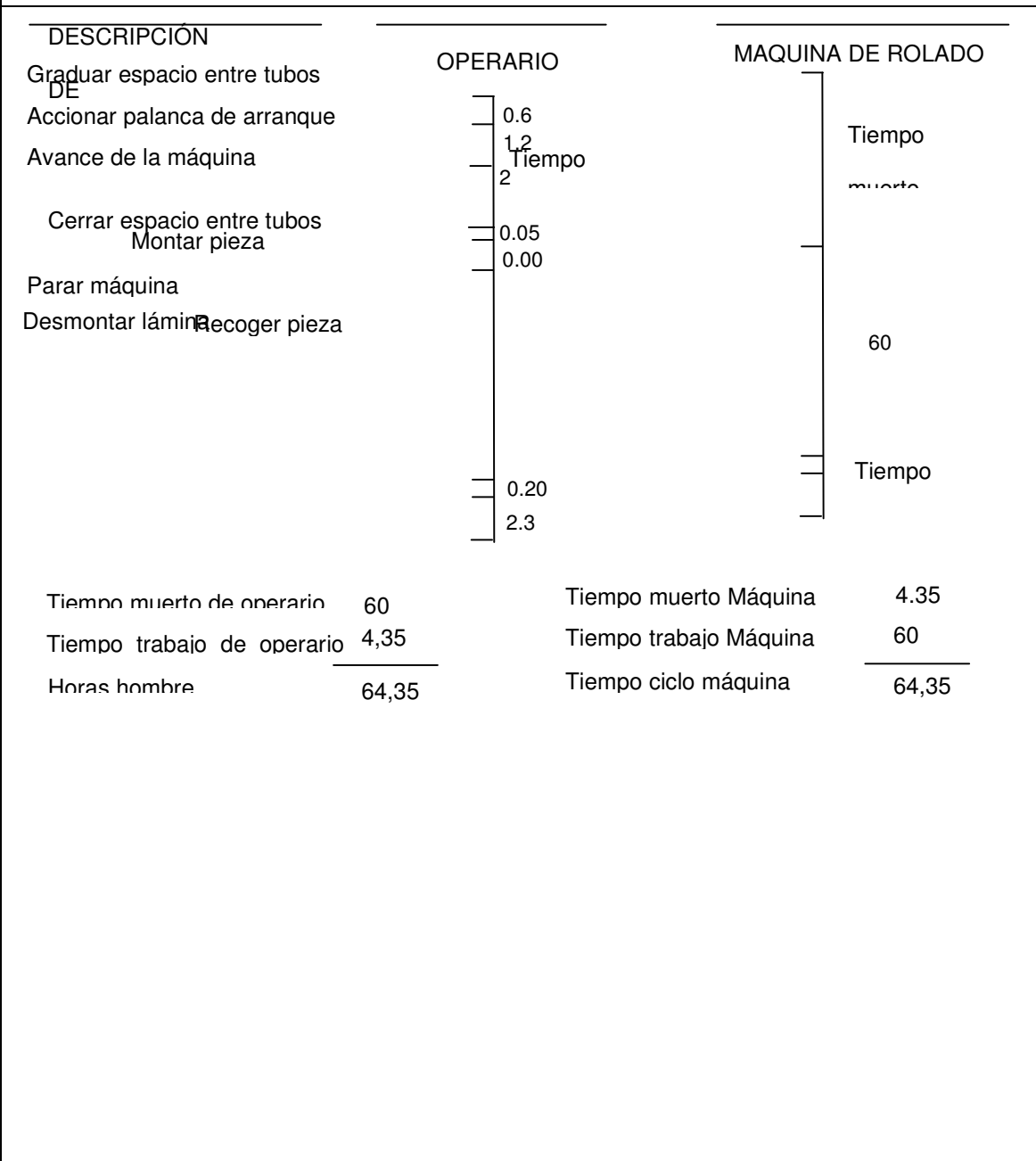


DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE –MAQUINA

Objeto del diagrama: Soldar lamina de doblefondo (2) Diagrama No. 004

Pieza: B4 Block: MB1 Dimensión: 12.7*7934*8661.4 mm

Comienzo del diagrama: Instalar equipo de soldadura

Final del diagrama: Apagar equipo

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	EQUIPO DE SOLDADURA
Conectar generador	1.5	
Ajustar electrodo al portaelectrodo	3	
Encender chispa	0.05	Tiempo
	1805.9	
Soldar juntas		3611.8
	1805.9	
Cordón de soldadura		
	2.5	Tiempo
Limpiar superficie		
Tiempo muerto de operario	0	Tiempo muerto Máquina
Tiempo trabajo de operario	3617.0	Tiempo trabajo Máquina
Horas hombre	3617.0	Tiempo ciclo máquina
		5.25
		3611.8
		3617.0

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE –MAQUINA

Objeto del diagrama: <u>Pintura de laminas</u>		Diagrama No. <u>005</u>	
Pieza: <u>B3</u> Block: <u>MB1</u> Dimensión: <u>9.5*33528*123444 mm</u>			
Comienzo del diagrama: <u>Instalar equipo de pintura</u>			
Final del diagrama: <u>Apagar equipo</u>			
DESCRIPCIÓN	OPERARIO	MAQUINA DE CORTE DE	
<u>DE</u>			
Ajustar presión del compresor	5		Tiempo
Instalar mangueras y boquillas al compresor	8		
	tiempo		
Aplicar pintura sobre laminas			103.24
	0.5		Tiempo
Apagar el equipo			
Tiempo muerto de operario	103.24	Tiempo muerto Máquina	13.5
Tiempo trabajo de operario	13.5	Tiempo trabajo Máquina	103.24
Horas hombre	<u>116,74</u>	Tiempo ciclo máquina	<u>116.74</u>

DIAGRAMA DE PROCESO HOMBRE –MAQUINA

Objeto del diagrama: Limpieza de laminas Diagrama No. 006

Pieza: B3_ Block: MB1 Dimensión: 9.5*33528*123444 mm

Comienzo del diagrama: Instalar equipo de limpieza

Final del diagrama: Apagar equipo

DESCRIPCIÓN	OPERARIO	EQUIPO DE LIMPIEZA
DE		
Ajustar presión del compresor	1.1	Tiempo
Conectar fuente de corriente	0.08	.
Verificar conexión de oxígeno al	3.5	
Aplicar pintura sobre	Tiempo	402.4
Apagar el equipo	0.5	Tiempo
Tiempo muerto de operario	402.4	Tiempo muerto Máquina
Tiempo trabajo de operario	5,18	Tiempo trabajo Máquina
Horas hombre	407,58	Tiempo ciclo máquina
		5.18
		404.2
		407,58

4. DETALLE DE DISEÑO Y PLANEACIÓN

4.1 ESPECIFICACIONES DE LA BARCAZA TIPO TINA

Las barcazas tipo tina son las más utilizadas para el transporte de carbón. Son navegables en ríos y en mar abierto; y halados por un remolcador en grupo de 6 barcazas. Generalmente la barcazas son cascos huecos que no contienen estructuras en su parte interior como son tuberías, cables eléctricos, superestructuras.

Las especificaciones de diseño de la barcaza se muestran en el cuadro 28.

Cuadro 28. Especificación de la barcaza tipo tina estándar

CARGA	A granel (minerales, granos secos)
ESLORA	61 metros
MANGA	10.6 metros
PUNTAL	4.26 metros
PESO	326 toneladas cortas
CAPACIDAD DE CARGA	2170 ton. En agua de río 2234 ton. En agua de mar
CALADO	3.65 metros
VOLUMEN	2330.18 m ³

4.1.1 Componentes de la barcaza tipo tina. La barcaza esta compuesta esencialmente por el casco y la estructura que es el cuerpo del buque, se considera una viga flotante del mínimo peso (razones de economía), pero con la resistencia necesaria para soportar los esfuerzo debido a su carga y a los empujes del agua (tanto tranquilas como movidas).

Desde el punto de vista de construcción naval, el casco lo podemos asimilar a un prisma recto rectangular que es sometido a los esfuerzos originados por el casco y por su carga.

Identificación de las partes del casco. El casco esta compuesto por cuatro secciones que son: fondos, proa, popa y alas (ver anexo I).

■ **Fondo.** Recibe el nombre de fondo la forma más o menos de prisma rectangular de la viga casco, con las aristas redondeadas y ciertos afinamientos a proa y popa a la base del prisma, a las planchas del forro exterior, donde el buque recibe el empuje vertical.

Sus funciones en general son: tener la estanqueidad necesaria al agua del mar, tener la suficiente resistencia para soportar el empuje del agua para transmitirle al

resto de su estructura interna, para que se resista como un todo homogéneo; soporta los esfuerzos transversales y longitudinales, dando la rigidez necesaria.

La sección de fondo esta compuesta por 3 paneles. 2 de estos paneles tienen igual dimensión los cuales le llamaremos sección MB- 1; el otro panel le llamaremos sección MB-2. La sección MB-1, tiene dimensiones de 16.5 metros de largo por 10.2 metros de ancho y con un peso de 31.68 toneladas. La sección MB-2 tiene dimensiones de 17.1 metros de largo por 10.41 metros de ancho y tiene un peso de 38.1 toneladas. (Ver anexo J)

Estas secciones en su estructura interna están compuestas por las siguientes partes.

Tapa doble fondo: es como un segundo forro exterior en la parte inferior del casco.

Espacio doble fondo: es la zona comprendida entre el forro y la tapa de doble fondo.

Varengas: elementos transversales que dividen el fondo para soportar la opresión de la carga.

Forro: Es la envuelta que forma el casco de la barcaza.

■ **Alas.** Parte laterales de la barcaza. Las alas está compuesta por dos laterales las cuales se denominan para el estudio sección WING (WI). Las dimensiones de las alas son 50.4 de largo por 5.1 metros de altura y tiene un peso de 66.3 toneladas. (ver anexo K)

Estas secciones en su estructura interna están compuestas por las siguientes partes.

Cuadernas. Los costados de la barcaza son reforzados por las cuadernas, los cuales se extienden desde la zona de pantoque hasta la cubierta superior resistente.

Mamparos. Son superficies metálicas que dividen el casco de la barcaza en sentido transversal y longitudinal. Dividen la barcaza en compartimientos estancos, restringiendo el volumen del agua que pueda entrar en el mismo, en el caso de avería del forro exterior.

■ **Proa.** Parte delantera del buque comprendida entre la ultima cuaderna y el tajamar. Comprende una cantidad de perfiles transversales y longitudinales que permiten la flotabilidad y soporte del forro. Tiene 5.4 metros de altura, 8.72 metros de largo y 10.6 metros de manga. Tiene un Peso de 47.3 toneladas. Para su identificación la denominaremos RK. (Ver anexo L).

■ **Popa.** Parte posterior de la barcaza. Mide 4.2 metros de altura, 1.75 metros de ancho y 10.6 metros de manga. Tiene un peso de 26 toneladas. Para su identificación le denominamos sección EN. (Ver anexo M).

4.2 MATERIA PRIMA

Acero. El acero es la principal aleación de metal usada en la construcción del casco de las embarcaciones. Los materiales usados en la construcción naval depende de cual es la misión y el objetivo de la embarcación.

■ **Composición del Acero.** El acero es una aleación cuyos componentes – hierro y carbono- pueden presentarse bajo diversas formas, que dependen del contenido total del carbono y de los diversos tratamientos térmicos a que pueden haber sido sometido la aleación: carbonitrurado, cementado, estabilizado, nitrurado, recocido, temple. Las principales formas de combinación son: ferrita (hierro puro), cementita (carburo de hierro), perlita (86.5% de ferrita y 13.5 de cementita), austenita (carbono inserto en hierro alfa). Según sea la proporción de los constituyentes variarán las propiedades mecánicas del acero: dureza, tenacidad, resistencia a la tracción, alargamiento, elasticidad etc. estas propiedades también pueden mejorar selectivamente mediante la adición de otros componentes a la aleación: cromo, níquel.

El carbono tiene que estar por encima del 2% para poder dar una solución sólida en el hierro.

El acero puede generalmente ser subdividido en 3 tipos: perlítico, martensítico, y austenítico. El acero perlítico o acero delicado tienen valiosas propiedades y son generalmente fáciles de producir, manejar y soldar. El acero martensítico es producido para procesos que incluyen enfriamiento y generalmente templados; estos aceros son de alta resistencia, tienen propiedades mecánicas que son superiores al acero perlítico. Los procesos de soldadura sin embargo, son más complicados para los martensíticos en pos de prevenir el deterioro de estas propiedades. La tercera clasificación del acero son los austeníticos, son hechos agregando grandes cantidades relativas de un elemento de aleación, tales como, níquel y magnesio, estos aceros tienen la valiosa propiedad de que son altamente resistentes a la corrosión, pero también requieren de un procedimiento especial de soldadura²³.

■ **Láminas de acero para la construcción.** Las láminas más comunes para el uso en la construcción naval son las ASTM A-36 y el ASTM A-131 (ver cuadro 29), todas las láminas son compradas con dimensiones y pesos estándares según sea el espesor requerido para la construcción (ver cuadro 30).

²³ LEE, Richard *et al.* Ship Production. 2 ed. Estados Unidos: Cornell Maritime Press Inc., Pág. 50

La lista de piezas con sus respectivos dimensiones están referenciados en el anexo N.

Cuadro29. Propiedades del acero naval²⁴.

ACERO NAVAL		COMPOSICIÓN QUIMICA							PROPIEDADES MECANICAS		
		L	C	MN	P	S	Si	Cu	Limite Elástico	Resistencia a la tracción	% alarga.
ASTM	DIN		*100	*100	*100	*100	*100	*100			
A-36	ST33-1.2	Min		80			15		23Kg/mm ²	41Kg/mm ²	20
		Max	25	120	4	4	30	20	25Kg/mm ²	56Kg/mm ²	23
A-131 GR- A	RST34-12	Min		53					23Kg/mm ²	41Kg/mm ²	21
		Max	21		4	4	50.4			50Kg/mm ²	24

Cuadro 30. Especificación comercial de las láminas de acero²⁵

ESPESOR		M2	1.0*2.0Mt	1.22*2.44MTS(4**8')	1.83*6.09MTS(6**20')	2*6 MTS	2.44x6.09MTS(8'x20')
Pulg.	Milimetro	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
1/8"	3,17	24.90	49,79	73,99	278	299	370
3/16"	4,76	37.38	74,77	111,11	417	449	556
1/4"	6,35	49.87	99,75	148,22	556	598	741
5/16"	7,94	62.36	124,72	185,33	695	748	927
3/8"	9,53	74.85	149,7	222,44	834	898	1113
	10,0	78.54	157,08	233,41	876	942	1167
	12,0	94.25	188,5	280,1	1051	1131	1401
1/2"	12,70	99.75	199,49	296,44	1112	1197	1483
	13,0	102.10	204,2	303,94	1138	1225	1518
	15,0	111.81	235,62	350,12	1313	1414	1751
5/8"	15,88	124.72	249,44	370,66	1390	1497	1854
	16,0	125.76	251,33	373,46	1401	1508	1868
3/4"	19,05	149.62	299,24	444,65	1668	1795	2224

4.2.2 Pintura. Las pinturas se clasifican según el objeto de protección.

²⁴ Información obtenida del folleto de la empresa Incastillo S.A.

²⁵ ibid.

■ **Bases Anticorrosiva.** Su objetivo es aislar el metal para protegerlo contra los agentes corrosivos del medio ambiente. Básicamente están compuestas de resina, que son las principales responsables de las bases, y pigmentos que proporcionan el color y cubrimiento, colaborando, además en la protección anticorrosiva.

Base Anticorrosiva Epóxicas. La base Anticorrosiva comúnmente utilizada en el astillero es la poli-Epoxi Minio Roja, referenciada por Pintuco como 9100 y se emplea con el catalizador 9800. El espesor recomendado de esta primera capa de pintura es alrededor de 62 a 75 micrones, y su aplicación no debe ser realizada con una humedad relativa superior a 75% de la humedad relativa a la ciudad de Cartagena en la jornada diurna, en caso de que la aplicación se realiza en horas nocturnas el porcentaje no debe ser superior al 85%. (ver cuadro 31)

■ **Pintura Intermedia.** Se denominan también pintura de refuerzos o pintura de barrera porque aíslan la base anticorrosiva del contacto con los agentes corrosivos, haciendo más efectiva y duradera la protección al metal.

Las pinturas intermedias deben ser compatibles con la base anticorrosiva y con la pintura de acabado, proporcionar un espesor alto de película por mano de

aplicación para reducir los costos de mano de obra, tener un color diferente al de la anticorrosiva y pintura de acabado para controlar visualmente las manos de aplicación.

Cuadro 31. Clasificación de las pinturas.

BASES ANTICORROSIVAS	TIPOS	PINTURAS INTERMEDIAS
Convencionales	Alquídicas	Alquídicas o Fenólicas
	Fenólicas	Alquídicas o Fenólicas
Alto Polímero	Caucho Clorado	Alquídicas o Fenólicas o caucho clorado
	Vinílicas	Vinílicas o Epóxicas
	Epóxicas	Epóxicas o Vinílicas o Poliuretanos
	Poliuretano	Caucho clorado o Epóxicas o Vinílicas o Poliuretanos
Inorgánicas	Silicatos	Caucho clorado o Vinílicas
	Zinc Metálico	Epóxicas o Poliuretanos

■ **Pintura de Acabado.** Sirven fundamentalmente para embellecer y proteger la superficie de los objetos y por ello se denominan también pinturas decorativas. En general, las pinturas recomendadas como intermedias pueden emplearse como decorativas, con la condición de que su color sea diferente al color de las pinturas intermedias. Esto para un mejor control de las manos de aplicación²⁶.

²⁶ información obtenida del folleto de Pinturas Pintuco

4.2.3 Arena. Este abrasivo esta formado por arena silícica ordinaria, o mezclas de oxido de aluminio , sílice y escolia. Se utiliza para la operación de limpieza (remoción de la suciedad y corrosión). Por cada 0.24 m³ se sandblastea alrededor de 1m² de superficie.

Electrodos de Soldadura por Proceso Electrodo Revestido. Los insumos de soldadura mencionado a continuación corresponden a los que pueden utilizarse para la soldadura de las estructuras y el forro²⁷. Estas se emplean según la máquina con que se vaya a operar.

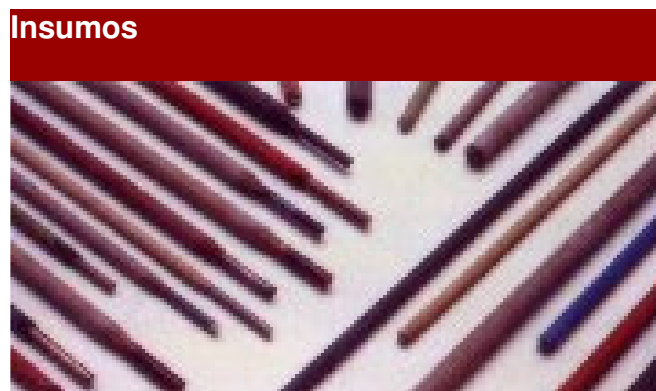


Figura 14. Electrodos revestidos

- **Electrodo. XL 610. Clasificación: ASW E- 6010.**

²⁷ Folleto Electromanufacturas S.A

Características Sobresaliente. Es un electrodo de revestimiento celulósico, para alta penetración y rápida solidificación. Trabaja en todas las posiciones. En especial para usar en pase de penetración en juntas sencillas o dobles. Su escoria es de fácil remoción.

Aplicaciones típicas. Para soldar aceros de bajo carbono, laminas galvanizadas, calderas, estructuras, tuberías de presión y acero fundido.

Recomendaciones para su aplicación. Para soldadura en posición vertical y sobrecabeza, se recomienda usar electrodos hasta de 4.8 mm de diámetro.

Entre más caliente sea el metal depositado mayor ductilidad tendrá el deposito.

Sin embargo no debe exceder los límites del amperaje recomendado para los diferentes diámetros.

Cuadro 32. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado

Resistencia a la tracción	43.5 – 50.5 Kg/mm ² (62 – 72 Ksi)
Límite de fluencia	36.5 – 43.5 Kg/mm ² (52 – 62 Ksi)
Elongación	22 – 33 %
Reducción de área	40 – 70 %
Resistencia al impacto Charpy en V a –29 ⁰ C:	27 – 100 joules

Cuadro 33. Amperajes de la soldadura

DIMENSION	AMPERAJES
-----------	-----------

	RECOMENDADOS
2.4 x 300 mm (3/32")	50 – 80 A
3.2 x 350 mm (1/8")	70 – 115 A
4.0 x 350 mm (5/32")	90 – 160 A
4.8 x 450 mm (3/16")	120 – 210 A
6.4 x 450 mm (1 / 4")	170 – 250 A

■ **Electrodo ZIP 10T. Clasificación: ASW E- 6010**

Características sobresaliente. Es de revestimiento Celulósico – sódico con polvo de hierro. Posee alta rata de deposición, muy buena penetración y fusión.

El arca es suave, fácil de manejar en todas las posiciones puede aplicarse con la técnica de arrastre y presenta muy buena calidad radiográfica.

Aplicaciones Típicas. Especialmente diseñado para soldadura de oleoductos y gasoductos, construcciones navales, estructuras de acero y recipientes de acero y recipientes de presión principalmente.

Recomendaciones para su aplicación. Se usa corriente continua polaridad positiva (+), excepto en pase de raíz en posición vertical descendente, donde también puede utilizarse polaridad negativa con la técnica de arrastre.

En posición vertical y sobrecabaza mantenga el amperaje dentro de un rango que le permita aplicar el metal apropiadamente, usando solo un movimiento moderado del electrodo.

Cuadro 34. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado

Resistencia a la tracción	43.5 – 50.5 Kg/mm ² (62 – 72 Ksi)
Limite de fluencia	36.5 – 43.5 Kg/mm ² (52 – 62 Ksi)
Elongación	22 – 30 %
Reducción de área	40 – 70 %
Resistencia al impacto Charpy en V a –29 ⁰ C:	27 – 100 joules

Cuadro 35. Amperajes de la soldadura

DIMENSION	AMPERAJES RECOMENDADOS
2.4 x 300 mm (3/32")	50 – 80 A
3.2 x 350 mm (1/8")	90 – 120 A
4.0 x 350 mm (5/32")	120 – 155 A
4.8 x 450 mm (3/16")	150 – 180 A
6.4 x 450 mm (1 / 4")	180 – 260 A

■ **Electrodo ACP 611 SS. Clasificación. AWS E – 6011**

Características sobresaliente. Este electrodo se caracteriza por su operación suave, manteniendo muy buena penetración debido a su revestimiento celulósico.

Presenta bajas perdidas por chisporroteo.

Aplicaciones típicas. Se emplea para soldar todo tipo de acero de bajo carbono en tuberías, estructuras, construcciones navales, recipientes de presión etc., especialmente en pases de penetración cuando no se utiliza platina de respaldo y en filetes donde no se dispone de equipos rectificadores. También se usa con corriente directa cuando se quieren obtener la mayor suavidad y el mínimo chisporroteo característicos del electrodo.

Recomendaciones para su aplicación. Trabaja con corriente alterna o continua, electrodo (+). Electrodo con diámetro hasta 4.8 mm (3/16") operan en todas las posiciones.

Cuadro36. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado

Resistencia a la tracción	44.3 – 52 Kg/mm ² (63 – 74 Ksi)
Limite de fluencia	36.6 – 42 Kg/mm ² (52 – 60 Ksi)
Elongación	27 – 35 %
Reducción de área	55 – 70 %
Resistencia al impacto Charpy en V a –29 ⁰ C:	27 – 100 joules

Cuadro 37. Amperajes recomendados

DIMENSION	AMPERAJES RECOMENDADOS
2.4 x 300 mm (3/32")	50 – 80 A
3.2 x 350 mm (1/8")	70 – 115 A
4.0 x 350 mm (5/32")	90 – 160 A
4.8 x 450 mm (3/16")	120 – 160 A
6.4 x 450 mm (1 / 4")	170 – 250 A

■ Electrodo ZIP 12. Clasificación. AWS E – 6012

Características sobresaliente. El revestimiento es de rutilo y sodio con polvo de hierro lo cual le da la penetración media y alta rata de deposición. Puede usarse con alto amperaje sin producir socavación. Este electrodo es de fácil manejo con arco corto o largo inclusive con la técnica de arrastre. Tiene muy pocas perdidas por salpicaduras y produce excelentes soldaduras en posición vertical descendente.

Aplicaciones típicas. Es adecuado para trabajos de carpintería metálica, para soldar chaises y carrocerías, en construcciones navales y reparación de equipos agrícolas, tanques de almacenamiento, etc.

Recomendaciones para su aplicación. Use corriente alterna o continua con polaridad negativa(-). Puede emplearse la técnica de arrastre para juntas planas y horizontales.

Cuadro38. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado

Resistencia a la tracción	48 – 56 Kg/mm ² (63 – 74 Ksi)
Limite de fluencia	41 – 48 Kg/mm ² (52 – 60 Ksi)
Elongación	17 – 30 %
Reducción de área	40 – 60 %

Cuadro 39. Amperajes recomendados

DIMENSION	AMPERAJES RECOMENDADOS
3.2 x 350 mm (1/8")	100 – 140 A
4.0 x 350 mm (5/32")	130 – 190 A
4.8 x 350 mm (5/16")	160 – 260 A
6.4 x 450 mm (1/4")	250 – 380 A

■ **Electrodo ZIP 24. Clasificación. AWS E – 7024**

Características sobresaliente. El revestimiento es de rutilo, con una elevada cantidad de polvo de hierro, lo cual le permite trabajar en posiciones planas y horizontal con una altísima tasa de deposición. Es de fácil uso, el arco es suave y fácil de controlar; reduce notablemente el tiempo de y costo de limpieza; aún es mas bajo el costo para soldadura en ángulo o filete, en trabajos de posición plana horizontal.

Aplicaciones Típicas. Puentes y equipo pesado, equipo de construcción, implementos agrícolas, tanques de almacenamiento de petróleo y sus derivados, maquinaria de minería, carros de ferrocarril y construcción naval y en general para aceros de bajo contenido de carbono.

Recomendaciones para su aplicación. Suelda igualmente bien con corriente alterna o contínua. En esta se prefiere la polaridad negativa (-). En general para

hacer un filete horizontal mantenga el electrodo 45 a 40° sobre la horizontal y 10 a 30° inclinado en la dirección de avance.

Cuadro 40. Propiedades mecánicas típicas del metal depositado

Resistencia a la tracción	49 – 53 Kg/mm ² (70 – 80 Ksi)
Limite de fluencia	42 – 49 Kg/mm ² (60 – 70 Ksi)
Elongación	22 – 25 %
Reducción de área	30 – 60 %
Resistencia al impacto Charpy en V a -20 ⁰ C:	45 – 100 joules

Cuadro 41. Amperajes recomendados

DIMENSION	AMPERAJES RECOMENDADOS
3.2 x 350 mm (1/8")	1470 – 180 A
4.0 x 350 mm (5/32")	180 – 250 A
4.8 x 350 mm (5/16")	225 – 300 A
6.4 x 450 mm (1/4")	300 – 410 A

Alambres para Soldar Aceros al Carbono y de Baja Aleación por Proceso de Arco Sumergido (Saw).

■ Alambre WA 50. Clasificación: AWS EM 13K

Características sobresalientes. El WA-50 es un alambre macizo para la soldadura de acero al carbono por el proceso de arco sumergido.

Aplicaciones Típicas. Se utiliza en la fabricación de vigas, perfiles y estructuras, tanques. Cilindros, tuberías, etc. La composición química y las propiedades mecánicas del deposito dependen del fundente utilizado.

Cuadro 42. Composición Química del alambre.

Elementos	Porcentaje Químico
Carbono	0.06 – 0.16%
Silicio	0.35 – 0.75%
Azufre	0.030% máx.
Manganeso	0.90 – 1.40%
Fósforo	0.030% máx.
Cobre	0.35% máx.

4.2.6 Alambres para Soldar Aceros al Carbono y de Baja Aleación por Proceso MIG/ MAG.

■ Alambres WA 86. Clasificación. AWS ER70S-6

Características sobresalientes. El WA 86 es un alambre macizo con altos niveles de silicio y manganeso que le brindan excelentes características de desoxidación especialmente cuando se va a soldar en lamina oxidas o en aceros efervescentes y le permite trabajar con altos amperajes.

Aplicaciones típicas. Se utiliza en la fabricación de tanques, carrocerías, rines de aeromóviles, embarcaciones, estructuras, etc.

Cuadro 43. Propiedades mecánicas típicas del deposito

Resistencia a la tracción	50 – 60 Kg/mm ² (72 – 86 Ksi)
Limite de fluencia	42 – 52 Kg/mm ² (60 – 74 Ksi)
Elongación	22 – 30 %

Cuadro 44. Composición química típica del alambre

Elemento	Composición Química
Carbono	0.07-0.15
Silicio	0.80 – 1.15%
Azufre	0.035% máx.
Manganeso	1.40 – 1.85%
Fósforo	0.025% máx.
Cobre	0.50% máx.

4.1.7 Perfiles. A continuación se describen las propiedades de algunos perfiles estructurales de acero que se emplean en la estructura de la barcaza. Para ampliar el numero y la clase de perfiles y ángulos utilizados ...véase anexo N...

■ **CANALES AMERICANOS ESTANDAR.**

Cuadro 45. Canales Americanos Estándar

DESIGNACION	Alma		Patin							Eje XX			Eje YY			x
	AREA	PERALTE	ESPEJOR			Ancho		ESPEJOR		Eje XX			Eje YY			
	A	d	tw	tw/2	b _f		PROMEDIO		l	S	r	l	S	r		
	in ²	in	in	in	in		in		in ⁴	in ³	in	in ⁴	in ³	in		
C8 x 11,5	3,38	8,00	0,22	1/4	1/8	2,26	2 1/4	0,390	3/8	32,6	8,140	3,110	1,320	0,781	0,625	0,571
C10x15,3	4,49	10,00	0,24	1/4	1/8	2,60	2 5/8	0,436	7/16	67,4	13,5	3,87	2,28	1,16	0,713	0,634

■ **ANGULOS.**

Cuadro 46. Ángulos

Tamaño y espesor	k	Peso por pie	Area	Eje XX				Eje YY				Eje ZZ		
				l	S	r	y	l	S	r	x	r	tan	
in	in	lb	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	in	tan
L5x3x5/16	13/16	8,2	2,4	6,26	1,89	1,61	1,68	1,75	0,753	0,853	0,681	0,658	0,368	
L3x3x5/16	5/8	6,1	1,78	1,51	0,707	0,92	0,86	1,51	0,707	0,922	0,865	0,589	1,000	
L4x4x3/8	3/4	9,8	2,86	4,36	1,52	1,23	1,14	4,36	1,52	1,23	1,14	0,788	1,000	

4.2.8 Fundente. En la soldadura por arco sumergido, el arco es cubierto por un fundente. Este juega un papel fundamental, la estabilidad del arco depende de él, las propiedades químicas y mecánicas del deposito pueden ser controladas a través de él y la calidad de la soldadura puede ser afectada por el cuidado y la manipulación de este.

Los fundentes comúnmente utilizados depende del tipo de alambre que se utilice.
 Como lo muestra el cuadro 47.

Cuadro 47. Combinaciones típicas Fundente – Electrodo de acuerdo con AWS
 A5.17

WA50	WA60	WA61
EM13K	EL12	EM12K
F7A0	F6A2	F7A2
F7A2	F7A2	F7A0
F7P2	F7A2	F7P2
F7A6	F7A6	F7A6

Las características del fundente las podemos resumir en el siguiente recuadro.



4.3 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO

El objetivo de un diseño de proceso es encontrar una manera de producir bienes que cumplan con los requerimientos de los clientes, las especificaciones del producto dentro de costos y otras restricciones administrativas.

La primera dimensión en la clasificación de los procesos es el flujo de producto o secuencia de operaciones. Existen tres tipos de flujo de los procesos:

- **Proceso de flujo variable.** Cuando se puede fabricar una amplia variedad de productos al gusto del cliente. Los procesos de gran volumen y baja variedad tienen este enfoque. El personal de apoyo es poco numeroso, si se compara con la fuerza laboral, la comunicación entre esta y la administración es informal. Trabajadores altamente calificados operan los equipos de propósito general, los cuales se ordenan por una distribución por proceso.

- **Proceso de flujo repetitivo.** Se emplean cuando solo se fabrican pocos productos estandarizados. La línea de montaje es el ejemplo clásico en este proceso. Se utilizan módulos, los módulos son partes o componentes preparados previamente, a menudo en un proceso continuo.

■ **Proceso de flujo intermitente.** Se caracteriza porque se fabrican grandes lotes de productos combinando los equipos de propósito general con equipos de propósito especial. Al igual que en el de flujo variable, el contenido de trabajo de cada producto es elevado y la fuerza laboral es altamente calificada y flexible. En un proceso de flujo intermitente con frecuencia el equipo se ordenan con una distribución por proceso, como el flujo variable o en una distribución por Grupos de Tecnología (Celular)²⁸.

Otra dimensión importante que afecta la selección de los procesos es ver si el producto se fabrica para ser almacenado en inventario o para surtir un pedido específico del cliente. En un proceso de fabricación para inventario la ventaja es que proporciona un servicio rápido con costos bajos, proporciona menor flexibilidad en la elección de productos que el proceso de fabricación por pedido²⁹.

4.3.1 Selección de Proceso Productivo de Barcazas Tipo Tina. Para la selección del proceso del sistema fabricación de barcazas tipo tina, se tiene en cuenta las dos dimensiones anteriores. De acuerdo a la primera dimensión, en este estudio se seleccionó el proceso de flujo intermitente para las operaciones de prefabricación y el proceso de flujo repetitivo para la línea de ensamble, los cuales se combinarán para ser eficiente la producción de dicho producto. Así, tomando el

²⁸ BARRY, Render. Principios de Administración de operaciones. 1 ed. Pág. 198

²⁹ SCHROEDER, Roger G. Administración de operaciones. Toma de decisiones en función de operaciones pág. 119.

flujo intermitente para la fabricación de los *sub-blocks*, que luego, pasan a ser sub-ensamblados en gradas para la formación de los *blocks*; y el flujo repetitivo, para el ensamble final de estos *blocks*. También se tendrá en cuenta la segunda dimensión para orientar el proceso hacia la fabricación específica de un pedido del cliente, ya que la capacidad de almacenamiento es limitada por el diseño del producto que no permite tener atracado un número de barcazas en la dársena.

4.3.1.1 Diseño Modular. El diseño modular es el desarrollo de componentes que pueden ensamblarse de diversas maneras, que la empresa puede ofrecer, relativamente, una amplia variedad de productos mientras se mantiene en un mínimo el número de piezas que deben producirse.

El control del número de componentes diferentes que forman los productos tienen gran importancia para operaciones, puesto que hace posible producir con mayor eficiencia para lograr volúmenes mayores y también permite estandarización de procesos y equipos.

Diseño Modular para la Barcaza Tipo Tina. El objetivo principal del DMBTT es la definición de las cantidades óptimas de *blocks*, que son la base para el control de la producción. Por lo tanto la definición de *blocks*, comparada con la de otros productos intermedios tiene mayor influencia en la productividad.

Los *blocks* están diseñados de modo que:

- Para su ensamble, estén asignados números mínimos de paquetes de trabajo que minimice las variaciones en los tiempos de trabajo.
- Para su montaje, no requieren refuerzos temporales sino configuraciones estables.
- Para pintura, su ensamble permite la máxima accesibilidad para la aplicación de esta.

La planeación de la construcción del casco se realiza en siete niveles de manufactura, ...véase figura 15...

1. Fabricación de piezas. La fabricación de las piezas es el primer nivel industrial. En esta fase se producen componentes o zonas para la construcción del casco que son indivisibles (ver anexo J).

Los paquetes de trabajo para las partes de fabricación es ilustrada en el anexo.

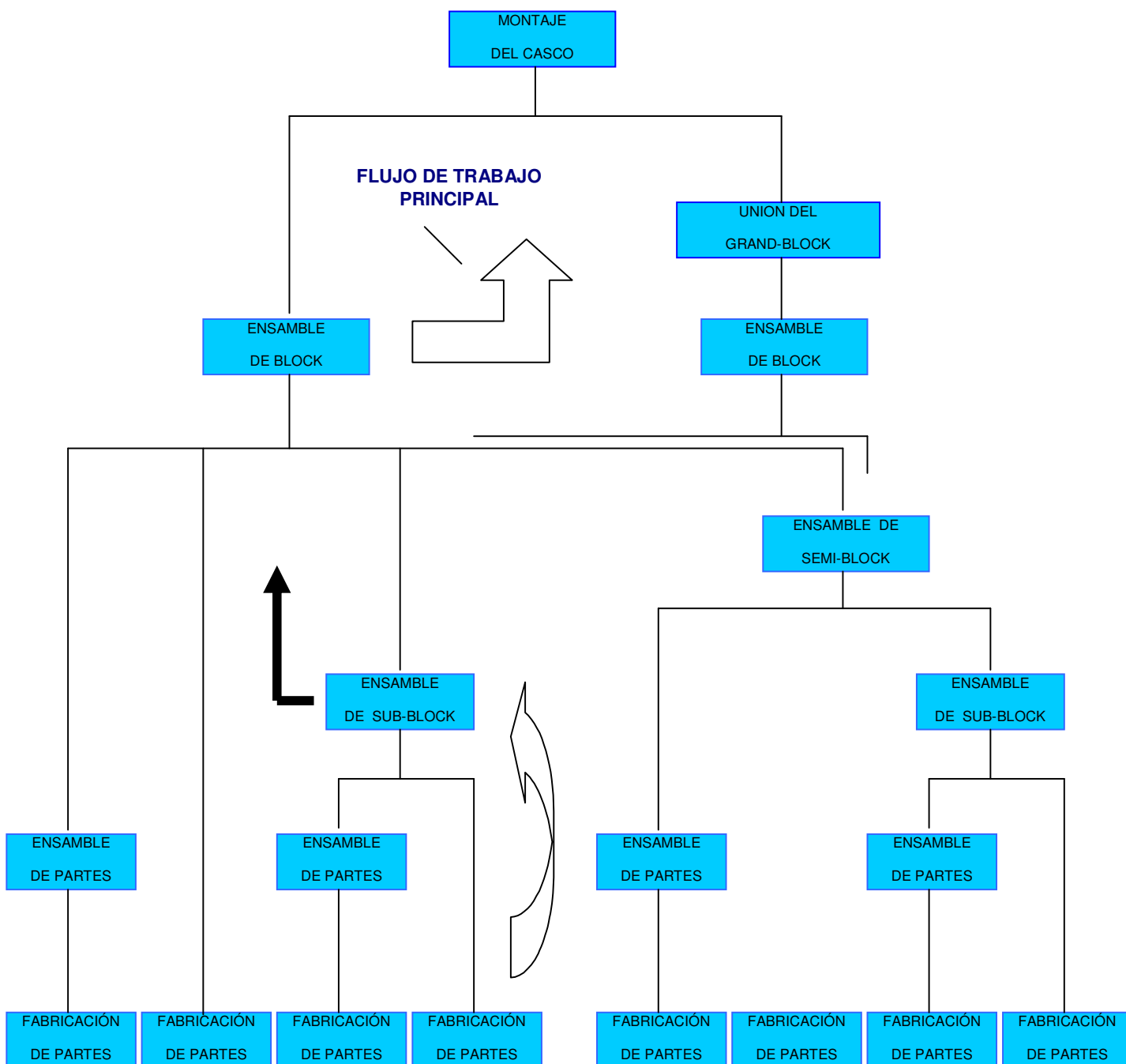


Figura 15. Niveles de ensamble general de las barcasas

2. **Ensamble de piezas.** El segundo nivel industrial es especial y está fuera

del flujo de trabajo principal. Esto contiene las operaciones de ubicación de las láminas para el proceso de soldadura. Es típico que los paquetes de trabajo sean agrupados por área. (Ver anexo J)

- a. Construcción de partes. (Tales como largas secciones longitudinales o secciones que no son roladas).
- b. *Sub –block* (es una parte la cual es soldada, y consiste en la unión de un *flat bar* con un lámina).

3. Ensamble del *sub-block*. Aparece en el tercer nivel industrial, (véase anexo J), son zona generalmente para realizar operaciones de soldadura, que consisten en las primeras uniones de componentes pequeños, que se encajarán en un futuro en un tablero durante el ensamble del *block*.

4. Ensamble del *Block*. Un block es una zona clave para la construcción de la barcaza. Este ensamble puede ser planeado en tres niveles de ensamble, dependiendo de las circunstancias:

- a. Ensamble del *SEMI-BLOCK*.
- b. Ensamble del *BLOCK*.
- c. Ensamble del *GRAND-BLOCK*.

Solo el ensamble del *block* esta en el flujo principal, los demás ensambles se planean para realizarse paralelamente. Todos los niveles de ensamble se planean de acuerdo con el concepto de grupos de tecnología y paquetes por área. (ver anexo J).

5. Semi block. Se utiliza un *semi-block* cuando hay la necesidad de ensamblar una zona parcial separada de una zona principal, siempre que el ensamble del *block* interrumpa el flujo de trabajo. Un *block* se denomina *semi-block*, cuando este se ensambla a un *block* “madre”, el cual ya fue procesado en un flujo de trabajo principal. En otras palabras, la definición de *semi-block* es: La unión de piezas que han sido procesadas paralelamente al flujo del *block* “madre”. (ver anexo J)

El nivel de ensamble del *semi-block* es dividido por áreas de la misma forma del nivel de ensamble del *sub-block*. La mayoría de los *semi-block* son de tamaños pequeños y bidimensionales; tanto que estos pueden ser producidos con la misma facilidad que en el ensamble de un *sub-block*.

6. Gran block. Es la unión de varios *blocks*, para crear un *block* mas grande en un sitio cerca de la línea de ensamble. Este reduce el tiempo de montaje en la

línea de ensamble, produce estructuras que son mas estables para los propósitos de montaje. (ver anexo L)

7. Montaje del casco. Es el último nivel de manufactura. Donde se ejecuta el montaje final de todos los gran blocks en la línea de ensamble.

Las ventajas del diseño modular para la fabricación de barcasas son las siguientes:

- Posibilidad de trabajar simultáneamente en varias zonas de las barcasas.

- Reducción de costos por mayor aplicación de procedimientos de soldadura automática, por menor tiempo de soldadura manual, al poderse realizar soldadura plana lo que correspondería a techo en grada, por mayor comodidad en la ejecución de todos los trabajos y facilidad de acceso a los mismos.

- Poder comenzar el armamento ya en prefabricación.

Esta ultima es la más importante porque las gradas y la estancia de los *blocks* de la barcaza en ella es la que determina la capacidad de un astillero.

4.3.1.2 Proceso Flujo Intermitente. El diseño modular de la barcaza permite su fabricación a través de los procesos de flujo intermitente. En este tipo de proceso, el equipo se ordenará en una distribución por grupos de tecnología (GT). Esta filosofía es la empleada por los astilleros de la Cuarta Generación.

Grupos de Tecnología. Es una metodología para identificar y organizar elementos que tienen características físicas similares, la cual facilita la rápida recuperación de diseños existentes y el desarrollo de distribuciones celulares. GT también es conocido como “Manufactura Celular”. Generalmente los operarios se especializan para operar las máquinas de las células. Las operaciones se programan secuencialmente de tal forma que cuando las células sean cargadas con material de una misma familia, tengan un flujo continuo dentro de la célula y el *output* sea el producto intermedio. La célula es operada como una sola máquina.

El principal objetivo es reducir el nivel de inventario solo al que se necesita; este puede ser un sistema que permite minimizar tiempos excesivos de producción y no aplicar GT es correr el riesgo de que los tiempos de ensambles se eleven.

Como consecuencia, el tiempo gastado en proceso y el nivel de inventario de trabajos en proceso es menor que cuando se emplea la tradicional distribución de talleres en los astilleros de primera y segunda generación³⁴.

Grupos tecnológicos para la fabricación de blocks de la barcaza tipo tina.

Los blocks (productos intermedios) en los que se encuentra conformada la barcaza, como se había denotado, son: Proa, Popa, Alas, y Fondo; se diseñaran modularmente en células que tengan un arreglo de forma continua para las operaciones de limpieza, pintura, corte, rolado, primera soldaduras y sub-ensamble de los sub-blocks. Es decir, cada familia de piezas de los block se realizará en un grupo tecnológicos.

La distribución de los GT contará con 4 células específicas: una célula para la prefabricación de la proa (RK), otra para la prefabricación de la popa (EN), otra para las 2 alas (WI) y las últimas para la prefabricación de los fondos (MB1-2 respectivamente). (Ver figura 16)

³⁴ Los astilleros de cuarta generación incorporan grupos tecnológico. Capitulo generalidades. Pág. 6

Figura 16 . Grupos Tecnológicos para la fabricación de los blocks³⁵.

BLOCKS DE LA BARCAZA				
RK	EN	WI	MB1	MB2
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Flujo del proceso dentro de los grupos tecnológicos. El proceso empieza con la recepción de las láminas y perfiles que se reciben para la construcción de las barcasas. Luego, se realiza la operación de limpieza de las láminas y de los perfiles de acero, se lleva a cabo en la primera zona con chorro seco grado

³⁵ L: limpieza o sandblasting; P: Pintura; C: Corte; R: Rolado; S: Soldar

comercial de arena SA2, esto con el fin de suprimir todo tipo de impurezas y especialmente apropiada para la aplicación de sistemas de pintura sometidas a las condiciones de uso más agresivas.

Luego del sistema de limpieza, se procede a la aplicación de la capa de pintura anticorrosiva (Primer), este proceso se efectuará en todas las láminas y perfiles antes de la soldadura y tendrá un espesor de 3 *mils*. Se dejará que seque por un periodo de 4 horas para comprobar su espesor.

Una vez seca las láminas y los perfiles se procede con el corte de las estas para las fabricaciones respectivas de las piezas de las estructuras y del forro.

La operación de rolado es realizada en todas las células con excepción del *block* MB1 y MB2. Aquí se conformarán las láminas y perfiles curvos presentes en los blocks de la barcaza.

La siguiente operación es unir las piezas que conformarán los sub-ensambles de piezas; se realizan bajo techo por el uso de soldaduras semiautomática (*MIG/MAG*) y automática *SAW*.

Antes del ensamble total del *block*, a la estructura interna se le aplica retoques de pintura anticorrosiva donde la soldadura pudo haber afectado la primera capa de Primer.

Se procede con el ensamble de los blocks de la barcaza en sitios fuera de los talleres, donde se encuentran ubicadas las gradas.




Ya ensamblado los block se procede a la aplicación de la capa de pintura intermedia y se deja secar por un periodo de 4 horas.

4.3.1.3 Proceso de flujo repetitivo para la construcción de barcazas tipo tina.

El diseño modular de la barcaza se desarrolla también del proceso de flujo repetitivo, este se lleva a cabo en la línea de ensamble donde llegan los blocks procedentes del sitio de subensambles para ser ensamblados en el sitio de ensamble final. En este sitio se realiza la aplicación de la pintura de acabado y las inspecciones finales de construcción. A su vez en este sitio se realiza la botadura al mar de la barcaza, para hacerle entrega a los clientes.

4.3.2 Diagrama de Operaciones del Proceso. Este diagrama muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, inspecciones, márgenes de tiempo y materiales a utilizar en un proceso de fabricación desde la llegada de la materia prima hasta el producto final. Señala la entrada de todos los componentes y subconjuntos al conjunto principal.

Cuadro 48. Simbología del diagrama de operaciones

SIMBOLO	CARACTERISTICA
Operación	Cuando se cambia las características físicas o químicas de un objeto, se monta o se desmonta de otro, se prepara para otra operación, transporte, inspección o almacenaje
 Inspección	Cuando se examina un objeto para su identificación o se verifica en calidad o cantidad
 Actividad combinada	Cuando se desea indicar las actividades realizadas, ya sea simultáneamente o por el mismo operario en el puesto de trabajo, se combinan los símbolos de estas actividades
	

Para el proyecto se muestran los diagramas de operaciones de construcción de las secciones en que se divide la construcción de la barcaza tipo tina y el diagrama de ensamble de estas secciones, con sus respectivos tiempos de operación, descripción de dimensiones de las piezas y el material, (ver anexo W y material anexo de los diagramas de los blocks EN, RK y WI).

Las piezas que se muestran en el diagrama de operaciones de cada *block* pueden ser vista en el anexo N, donde se encuentran especificado sus áreas y la cantidad total de cada pieza.

4.4 ANALISIS DEL CUELLO DE BOTELLA DE LAS OPERACIONES DE CONSTRUCCIÓN DE LA BARCAZA TIPO TINA.

En el cuadro 49 se muestra el tiempo necesario para ensamblar cada *block* de la barcaza especificando el tiempo total de montaje. Este es el resultado del análisis de las operaciones y el tiempo en que incurre para llevarlas a cabo en todo el proceso de construcción.

Cuadro 49. Tiempo de ensamble de cada block.

Tiempo de montaje de la barcaza, minutos

SECCIÓN	LIMPIEZA	PINTURA	CORTE	ROLADO	SOLDADURA	ENSAMBLE FINAL	TIEMPO TOTAL DE MONTAJE
MB1	7976.6	1993.4	132.1	---	3141.85	1582.61	16385,8
MB2	9695.4	2423.8	146.41	---	3241.3	1582.61	15506.91
WIN	3724.7	1974.4	2874.8	60	8513	31019.26	65255,68
RK	808.4	3451.8	1241.0	616.9	14998.9	2676.76	22793,76
EN	1310.2	585.5	534.9	240	6477.2	3294.18	11907,08
TIEMPO ESTABLECIDO	23514	10428.9	3688.2	916.9	36372.25	40155,42	---

La empresa Astivik S.A. para poder satisfacer la demanda, la cual fue calculada mediante métodos cuantitativos y cualitativos en el capítulo desarrollo de requerimientos, debe fabricar 15 barcazas tipo tina anualmente.

Los siguientes cuadros muestran el tiempo de fabricación de cada uno de los blocks, para satisfacer la demanda calculada.

Cuadro 50. Montaje de 30 unidades MB1.

Tiempo de montaje, minutos

	LIMPIEZA	PINTURA	CORTE	ROLADO	SOLDADURA
TIEMPO DE MONTAJE	239298	59802	3963	---	94255
TIEMPO ESTABLECIDO	23514	10428.9	3688.21	916.9	36372.25
TOTAL	262812	70213	7651.2	916.9	130627.25

Cuadro 51. Montaje de 15 unidades MB2.

Tiempo de montaje, minutos

	LIMPIEZA	PINTURA	CORTE	ROLADO	SOLDADURA
TIEMPO DE MONTAJE	145431	36357	2196	---	48619.5
TIEMPO ESTABLECIDO	23514	10428.9	3688.21	916.9	36372.25
TOTAL	168945	446785	5884.21	916.9	84991

Cuadro 52. Montaje de 30 unidades WI.

Tiempo de montaje, minutos

	LIMPIEZA	PINTURA	CORTE	ROLADO	SOLDADURA
TIEMPO DE MONTAJE	111741	59232	86244	1800	255390
TIEMPO ESTABLECIDO	23514	10428.9	3688.21	916.9	36372.25
TOTAL	135255	69660	89932.21	2216.9	291762.25

Cuadro 53. Montaje de 15 unidades EN.

Tiempo de montaje, minutos

	LIMPIEZA	PINTURA	CORTE	ROLADO	SOLDADURA
TIEMPO DE MONTAJE	19653	8782.5	8023.5	3600	97158
TIEMPO ESTABLECIDO	23514	10428.9	3688.21	916.9	36372.25
TOTAL	43167	19210.5	11711.7	4516.9	133530.25

Cuadro 54. Montaje de 15 unidades RK.

Tiempo de montaje, minutos

	LIMPIEZA	PINTURA	CORTE	ROLADO	SOLDADURA
TIEMPO DE MONTAJE	12126	51777	18615	9253.5	224983
TIEMPO ESTABLECIDO	23514	10428.9	3688.21	916.9	36372.25
TOTAL	35640	62205	22303.21	10170	261355

Cuadro 55. Montaje final de 15 barcazas

Tiempo de montaje, minutos

	MB1	MB2	WI	RK	EN
TIEMPO DE MONTAJE	23739.15	23739.15	465288.9	49412.7	44651.4

En el estudio se analizan la cantidad de horas en cada centro de trabajo, las cuales aparecen en los siguientes diagramas. Se puede observar que el cuello de botella se presenta en el centro de trabajo de la construcción del *block* WI para la construcción de los *blocks* (Ver figura 17). En la figura 18 se muestra el cuello de botella para las operaciones de montaje final en la línea de ensamble, en el cual se observa que el *block* WI es la que mas tiempo requiere para su ensamble.

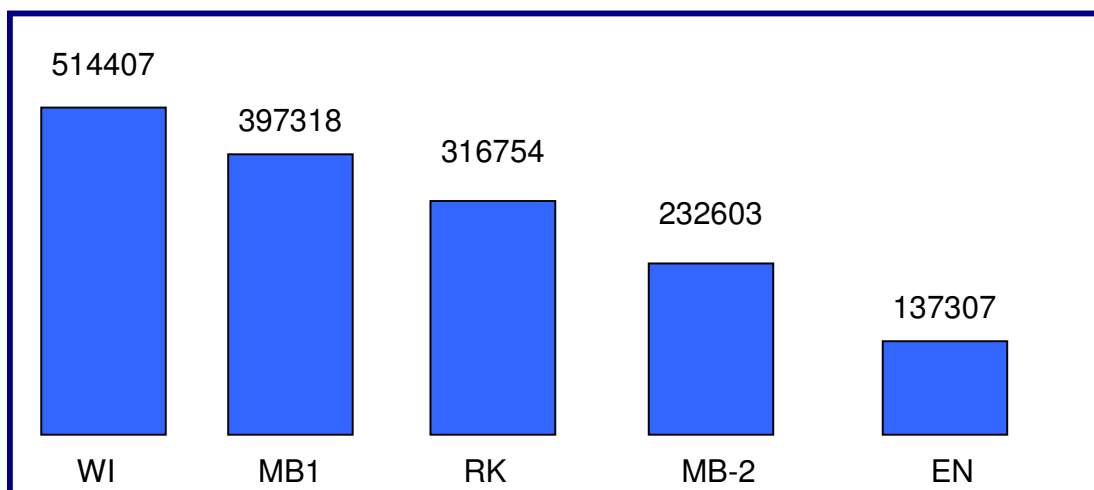


Figura 17. Gráfico cuello de botella de las operaciones de grupos tecnológicos

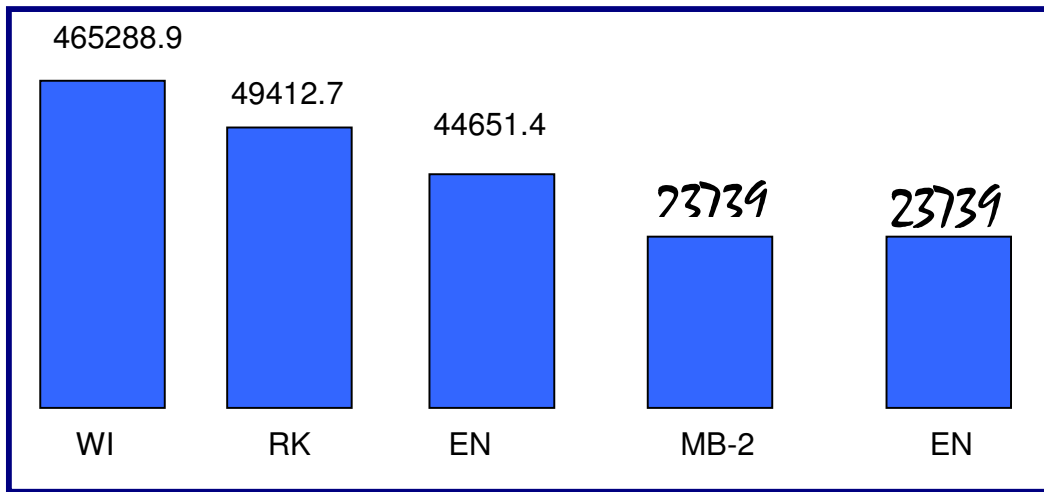


Figura 18. Gráfico cuello de botella de las operaciones de montaje final.

4.5 BALANCEO DE LA LINEA DE PRODUCCIÓN

La sincronización de una línea de producción depende del número de operarios y estaciones necesarias en función del tiempo que se requiere para ejecutar una operación. Por medio del balanceo de línea se pueden asignar cargas de trabajo a las estaciones en forma proporcional.

Las bases para el balanceo de línea son los tiempos determinados de cada operación en el estudio de tiempos y la cuantificación de la demanda de la investigación de mercados.

Los conceptos claves para balancear la línea de ensamble son:

- **Estación de Trabajo:** Es un arreglo temporal de máquinas y personal orientados al producto en lo que generalmente es una instalación orientada al proceso.
- **Tiempo de Ciclo:** Tiempo máximo que se permite en cualquier estación de trabajo

4.5.1 Procedimiento de los seis pasos para lograr el equilibrio de línea de ensamble. Como se anotó anteriormente en el estudio, para la producción de barcazas se utilizarán 2 tipos de flujo, un flujo intermitente (grupos tecnológicos) y un flujo repetitivo (línea de ensamble). Dichos flujos pertenecen a procesos diferentes y en ambos casos la línea debe estar balanceada.

Paso 1. Definir las operaciones que deben desempeñarse y calcular con precisión los tiempos que cada tarea requiere. Identificar las relaciones de precedencia entre las tareas³⁸.

a. Operaciones. Las operaciones que se van a balancear para los grupos tecnológicos corresponde a limpieza, pintura, corte, rolado y soldadura.

Para la línea de ensamble las operaciones corresponden al montaje de los block de la barcazas. ...véase cuadro 56...

Cuadro 56. Operaciones de ensamble de la barcaza

³⁸ NOORI, Hamid. Administración de operaciones y producción. Calidad total y respuestas sensible rápida. 1Ed. Pág.

operaciones	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION	TIEMPO REQUERIDO, Minutos	PREDECESOR INMEDIATO
A	Montaje de MB1	1582.61	-
B	Montaje de MB2	1582.61	A
C	Montaje de WI	31019.26	A, B
D	Montaje de EN	3294.18	A, B, C
E	Montaje de RK	2976.76	A, B, C, D
Total:		40155,42	

b. Tiempo. El tiempo asignado a cada operación se del estudio de tiempo y corresponden a el tiempo total en que se monta cada block a la línea de ensamble.

c. Precedencia. Esta es la secuencia para desarrollar las operaciones. Por ser un flujo lineal las operaciones se realizan consecutivamente y una depende de la otra, así, limitando en ambas líneas, que se realicen trabajos simultáneos en este tipo de fabricación.

Paso 2. Calcular el tiempo de ciclo que corresponde al tiempo de mas largo, el cual nos permite un agrupamiento de operaciones con el menor tiempo ocioso.

C: Tiempo de ciclo

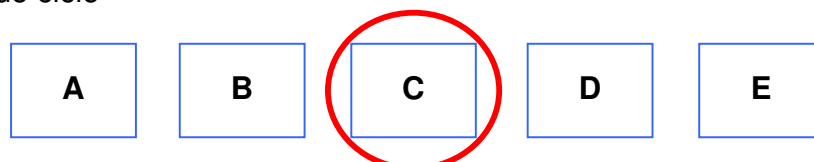


Figura 19. Estaciones de trabajo inicial del montaje final

El tiempo de ciclo de esta distribución es de 31019.26 minutos que corresponde a la operación de montaje del block de Ala (**WI**).

Paso 3. Calcular la cantidad mínima de centro de trabajo que se necesita para cubrir la tasa de producción deseada.

C: tiempo de ciclo

$$N = \frac{T}{C};$$

donde

N: Número de estaciones de trabajo

T: Suma de los tiempos de las tareas

C: tiempo de ciclo de la tasa de producción deseada

Entonces,

$$N = \frac{40155.42}{31019.26} = 1.29 \approx 2$$

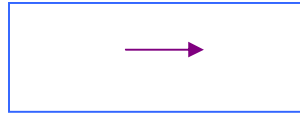
El número de estaciones de trabajo es de 2

Paso 4. Establecer una distribución inicial asignando tareas a los centros de trabajos⁴¹. La cantidad de centros de trabajo es mayor que la mínima establecida en teoría, puesto que existen limitaciones en el modo como se combinan las tareas al formar los centros de trabajo: las relaciones de precedencia deben conservarse. Algunas tareas, como la limpieza y pintura en el astillero, no son compatibles, no pueden asignarse al mismo centro de trabajo. Determinar la cantidad ideal de centros de trabajo y las combinaciones de las operaciones es un problema complejo y en el cual el procedimiento matemático realizado anteriormente no aplica, para esto utilizamos la heurística de la menor cantidad de predecesoras.

HEURÍSTICA: PRIMERO SE ASIGNA LA TAREA QUE TENGA LA MENOR CANTIDAD DE PREDECESORAS, LUEGO LA QUE TENGA EL SEGUNDO MENOR NÚMERO DE PREDECESORAS Y ASI SUCESIVAMENTE (KILBRIDGE Y WESTER 1961)

a. Empezar por el centro de trabajo 1. El total de tiempo disponible en este y todos los centros de trabajo equivale al tiempo de ciclo.

⁴¹ NOORI, Hamid. Administración de operaciones y producción. Calidad total y respuestas sensible rápida. 1Ed. Pág. 139



b. Calcular la cantidad de operaciones que preceden a determinada operación. ...véase cuadro 57...

Cuadro 57. Predecesoras de las operaciones de montaje final

Operación	Predecesoras	Cantidad de predecesoras
A	-	0
B	A	1
C	A, B	2
D	A, B, C	3
E	A, B, C, D	4

c. Reducir la lista de tareas; es decir, aquellas cuyas predecesoras ya hayan sido asignadas. Si no queda ninguna tarea en lista, el centro de trabajo esta completo. Volver al paso 3 y comenzar a asignar las tareas al próximo centro.



d. Seleccionar la tarea que tenga el menor número de tareas predecesoras. Si existe empate, seleccionar la tarea que requiera el mayor tiempo de procesamiento. Se asigna al centro de trabajo común. Si queda, por lo menos, por asignar alguna tarea, volver al paso 3. ...véase cuadro 58...

Cuadro 58. Tiempo restante en los centros de trabajo

operaciones	OPERACIÓN SELECCIONADA	TIEMPO RESTANTE EN EL CENTRO DE TRABAJO
1	A	$31019.26 - 1582.61 = 29436.65$
1	B	$29436.65 - 1582.61 = 27854.04$
2	C	$31019.26 - 31019.26 = 0$
3	D	$31019.26 - 3294.1 = 27725.16$
3	E	$27725.16 - 2976.7 = 24748.46$

La distribución final desarrollada mediante la heurística de Kilbridge y Wester es:

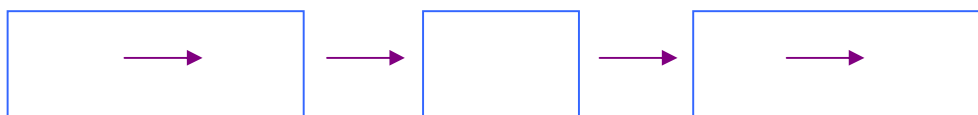


Figura 20. Estaciones de trabajo final

En el estudio se determinó que la heurística adecuada para balancear las líneas de fabricación y ensamble es la de menor cantidad de predecesoras, ya que en esta se distribuye con uniformidad el trabajo dentro de los centros de trabajo. El balanceamiento de las líneas es un intento para mantener la mejor compenetración entre mano de obra, instalaciones y equipos a fin de logra determinada tasa de producción.

A continuación se muestra el resultado de balancear las líneas del flujo intermitente para los grupos tecnológicos de los block MBI, MB2, WI, RK y EN.

Para este balance se utilizó la heurística anteriormente descrita.

Balance MB1.

Cuadro 59. Operaciones para balance de MB1

OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION	TIEMPO REQUERIDO, Minutos	PREDECESOR INMEDIATO
L	Limpieza	7976.6	-
P	Pintura	1993.4	A
C	Corte	132.1	A, B
S	Soldadura	3141.85	A, B, C
Total:		13243,95	

C: 7976.6 minutos

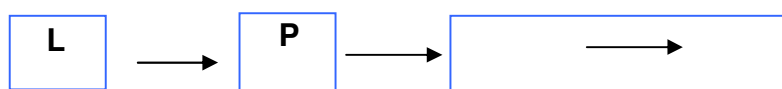


Figura 21. Estaciones de trabajo del block MB1

Balance MB2.

Cuadro 60. Operaciones para balance de MB2

operaciones	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION	TIEMPO REQUERIDO, Minutos	PREDECESOR INMEDIATO
L	Limpieza	9695.4	-
P	Pintura	2423.8	A
C	Corte	146.41	A, B
S	Soldadura	3241.3	A, B, C
Total:		15506,91	

C: 9695.4 minutos

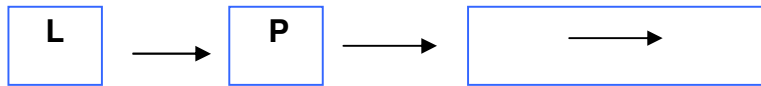


Figura 22. Estaciones de trabajo del block MB2

Balance WI

Cuadro 61. Operaciones para balance de WI

operaciones	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION	TIEMPO REQUERIDO, Minutos	PREDECESOR INMEDIATO
L	Limpieza	3724.7	-
P	Pintura	1974.4	A
C	Corte	2874.8	A, B
R	Rolado	60	A, B, C
S	Soldadura	8513	A, B, C,D
Total:		17146,9	

C: 3724.7 minutos

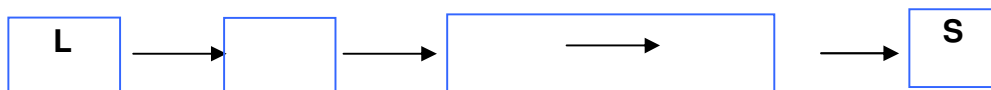


Figura 23. Estaciones de trabajo del block WI

Balance RK

Cuadro 62. Operaciones para balance de RK

operaciones	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION	TIEMPO REQUERIDO, Minutos	PREDECESOR INMEDIATO
L	Limpieza	808.4	-
P	Pintura	3451.8	A
C	Corte	1241	A, B
R	Rolado	616.9	A, B, C
S	Soldadura	14998.9	A, B, C,D
Total:		21117	

C: 14988.9 minutos

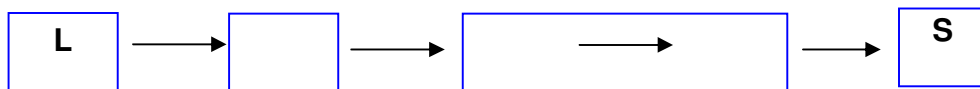


Figura 24. Estaciones de trabajo del block RK

Balance EN

Cuadro 63. Operaciones para balance de EN

operaciones	DESCRIPCIÓN DE LA OPERACION	TIEMPO REQUERIDO, Minutos	PREDECESOR INMEDIATO
L	Limpieza	1310.2	-
P	Pintura	5855	A
C	Corte	5349	A, B
R	Rolado	240	A, B, C
S	Soldadura	6477.2	A, B, C,D
Total:		19231,4	

C: 6477.2 minutos



Figura 25. Estaciones de trabajo del block EN

4.6 DETERMINACION DE LOS RECURSOS PARA LA PRODUCCIÓN DE BARCAZAS

4.6.1 Materia prima. La cantidad de materia prima que se requiere para la fabricación de una barcaza tipo tina se muestra a continuación.

- Láminas y perfiles: la lista de láminas y perfiles que deben ser utilizados para el diseño modular y ensamble se muestra en el anexo M, donde se especifica por cada block de la barcaza.

- Arena. La arena que se necesita para la limpieza de las láminas y perfiles es de aproximadamente 162.8 m^3 , teniendo en cuenta que el área a limpiar es de $678,4 \text{ m}^2$ y que el rendimiento⁴² de la arena es de 0.24 m^3 por 1 m^2 .

- Pintura. El rendimiento⁴³ de la pintura a 3 mils de espesor de 12 m^2 , con el proveedor Pinturas Pintuco. Para cada tipo de pintura se emplea aproximadamente 56.5 galones.

- Electrodo Revestido. La cantidad de electrodos que se emplean para 1 barcaza de 326 toneladas (326000 kilos) es de 24450 kilos de soldadura, con

⁴² El rendimiento es suministrado por Astivik s.a. y los contratistas de sandblasting de la ciudad.

⁴³ ibid

un rendimiento⁴⁴ de 0.075 kilo de soldadura por kilo de lámina. Lo cual da un promedio de 611250 unidades de soldadura.

4.5.2 Maquinaria. El requerimiento de la maquinaria que se empleará para la producción de barcazas tipo tina de acuerdo al análisis previo del mercado, estará definido por el tiempo de producción por unidad de cada operación para cada block.

Para determinar la cantidad de máquinas necesarias para cada puesto de trabajo se emplea la demanda de 15 barcazas anuales, y los tiempos de cada operación que fueron determinados en el cuadro 49.

Cálculo.

1. Para efectos de los cálculos se toma una jornada laboral de 8 horas diarias, como la demanda es anual se trabaja con un tiempo de 152160 minutos por año.
2. Se calcula las unidades anuales del block por cada operación, es decir, el número de blocks que se realiza con un solo equipo en el año.

⁴⁴ Electromanufacturas S.A, folleto WEST ARCO

Para hacer la ilustración se toma, como ejemplo la operación de limpieza, para el block MB1.

El cuadro 64 muestra el tiempo en minutos de cada equipo para el block MB1. ...véase tiempo de limpieza...

Cuadro 64. Tiempo de operación del block MB1

EQUIPO	Limpieza	Pintura	Corte Aut.	SAW	MIG	E.R.	Demanda
Tiempo de producción por unidad	7976.6	1993.4	132.1	942.5	2199.2	1562.81	30

$$\text{Prod. Real} = \text{tiempo anual de producción} / \text{tiempo de producción del equipo} \quad (1)$$

Utilizando la formula (1) se obtiene la producción real para la operación de limpieza anual del block MB1.

$$\text{Pr od. Re al} = \frac{152160 \text{ minutos} / \text{año}}{7976.6 \text{ minutos} / \text{block}} = 19 \text{ blocks} / \text{año}$$

3. La nivelación de la producción de acuerdo con los requerimientos del mercado de 30 block MB anualmente se calcula por medio de la formula 2.

$$\text{No. Equipos} = \text{demanda anual} / \text{Producción real}$$

(2)

$$\text{No.deEquipos} = \frac{30\text{blocks} / \text{año}}{19\text{blocks} / \text{año}} = 1.578 \approx 2 \text{ Equipos de limpieza}$$

Cuadro 65. Asignación de equipos para cada *block*

MB1 (30 unidades)								
EQUIPO	L	P	C.A	C.M	R	S	M	E
P. Real (block/año)	19	76.3	114.8	--	--	161.4	69.18	97.3
# máquinas	2	0.39	0.26	--	--	0.18	0.43	0.30
MB2 (15 unidades)								
P. Real (block/año)	15.7	62.8	1039.3	--	--	156.4	67.0	97.3
# máquinas	0.96	0.24	0.01	--	--	0.1	0.22	0.30
WI (30 unidades)								
P. Real (block/año)	40.8	77.0	132.3	88.2	2436	44.6	89.3	4.4
# máquinas	0.73	0.39	0.23	0.34	0.01	0.67	0.33	6.78
RK (15 unidades)								
P. Real (block/año)	188.2	44.0	245.2	245.4	246.7	67.6	101.9	10.92
# máquinas	0.08	0.34	0.06	0.06	0.06	0.22	0.14	1.37
EN (15 unidades)								
P. Real (block/año)	116.1	259.8	479.9	712.3	634	58.7	58.7	33.1
# máquinas	0.13	0.05	0.031	0.02	0.02	0.25	0.25	0.4

La asignación de las máquinas se resumen en el cuadro 66 .

Cuadro 66. Resumen maquinas para satisfacer la demanda.

MAQUINA	ASIGNADA
Equipo de limpieza	4
Equipo de pintura	2
Roladora	1
Dobladora	1
Cortadora automática	1
Cortadora manual	1
Soldadura SAW	2
Soldadura MIG	2
Soldadura E. R.	9

4.5.3 Mano de obra. La mano de obra critica para la construcción de una barcaza tipo tina es la cuadrilla de montaje. Una cuadrilla consta de un soldador clasificado que se encargará de la soldadura; un pailero o metalista que se encarga del corte manual de las piezas que no son cortadas con exactitud por inconvenientes en el montaje; un ayudante avanzado que se emplea para ayudar en el montaje de las láminas y perfiles a el lugar donde se van a soldar; y un ayudante que es de apoyo para la izada de los materiales en general.

Una cuadrilla monta aproximadamente 1 tonelada por día⁴⁶, para el montaje de 326 toneladas de la barcaza tipo tina para el cabo de 25 días se necesitan 14 cuadrillas por barcaza.

⁴⁶ el dato es suministrado por la revista Marine Log. New Challenger for Cruising. Pág. 20

4.7 PROGRAMACION DE LA PRODUCCIÓN

La programación es coordinar las distintas operaciones de cada trabajo, previendo su comienzo y terminación, y teniendo en cuenta las condiciones actuales de cada momento, con los objetivos fundamentales de reducir tiempos de desempleo del taller y utilización óptima del equipo⁴⁷.

La programación puede clasificarse por el tipo de proceso en línea, intermitente y en proyectos. En el diseño del proceso para la fabricación de barcas se contemplan los tipos de flujo intermitente y repetitivo, cada uno de estos enfoques tienen características que afectan las herramientas y técnicas empleadas para programar las operaciones.

Programación de trabajo en flujo intermitente. Se pueden usar muchas técnicas de programación. La técnica que se utilice depende del volumen de las ordenes, la naturaleza de las operaciones y la complejidad global de los trabajos. La selección de la técnica también depende del grado de control que se requiere en el trabajo mientras que este se procesa. Por ejemplo, se podría intentar minimizar o eliminar el tiempo ocioso en las operaciones costosas de las

⁴⁷ ARJONA, Antonio. Planificación y control de producción. 2 Ed. Pág. 342

máquinas y al mismo tiempo la disminución del costo de los inventarios de los trabajos en proceso.

Programación de trabajo en flujo repetitivo. Si los productos fluyen continuamente a través de los procesos, desde el inicio hasta su finalización el proceso completo puede programarse como una unidad. Como alternativa, el proceso puede programarse en etapas separadas por inventarios de productos en proceso, en este caso, se necesita un programa de producción para cada etapa. La programación de producción por lo general se basa en pronóstico de demanda a corto plazo o pedidos reales de los clientes. Entre las técnicas adecuada de programación se hallan la programación secuencia de capacidad restringida para el orden de carga y la programación de flujo de proceso⁴⁸.

4.7.1 Diagrama Gantt. Los diagramas de Gantt son herramientas muy utilizadas en la planeación de proyectos. Así mismo puede utilizarse para ayudar a monitorear y controlar un proyecto.

⁴⁸ NOORI, Hamid. **Administración de operaciones y producción. Calidad total y respuestas sensible rápida.** 1Ed. Pág. 528

El diagrama de Gantt es un diagrama de barras horizontales en el cual la lista de actividades va debajo del eje vertical y las fechas se colocan a lo largo del eje horizontal.

La producción de barcas es un proyecto muy amplio en el cual el diagrama de Gantt es útil para representar las diversas operaciones en que se descomponen las actividades y la asignación de los equipos disponibles⁴⁹.

El cuadro 67 muestra los diagrama de Gantt del proyecto.

⁴⁹ NOORI, Hamid. Administración de operaciones y producción. Calidad total y respuestas sensible rápida. 1Ed. Pág. 367

5. DISTRIBUCION FISICA DEL ASTILLERO

La distribución física es una de las decisiones que determinará la eficiencia de las operaciones, a largo plazo. Una distribución física especifica el arreglo de los procesos, el equipo relacionado y las áreas de trabajo incluyendo las de almacenamiento.

El objetivo de la distribución de planta es desarrollar una distribución económica, que cumplirá los requerimientos de:

- Permitir la fabricación del número de productos deseados con la calidad deseada.
- Facilitar el proceso de producción.
- Minimizar el manejo de materiales
- Mantener cierta flexibilidad para ajustes posteriores

- Lograr la alta rotación de inventarios
- Reducir la inversión en equipos
- Lograr una mejor utilización del espacio
- Mejorar el ambiente de trabajo
- Mejorar el rendimiento de la mano de obra

5.1 DIAGNOSTICO DE LA DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA ACTUAL

La distribución de planta con que cuenta Astivik S.A. actualmente es un arreglo diseñado exclusivamente para realizar operaciones de mantenimiento a embarcaciones, que se realizan, en puntos fijos llamados puestos de varada.

Para la eventual fabricación de barcasas que se han realizado en estas instalaciones se utilizó un lugar donde el proyecto permanecía estacionario (distribución de posición fija) y requería que los trabajadores y el equipo se desplazara al área de trabajo, como las técnicas utilizadas por los astilleros de primera generación.

Las limitaciones que tiene este arreglo de planta, y las que no nos permiten incluir este tipo de distribución en nuestro estudio son:

- El espacio es limitado y no esta diseñada para la construcción de varias embarcaciones.
- Las técnicas del manejo de materiales para el proceso de construcción, convierte en críticos los diversos componentes.

- El volumen de los materiales necesarios es dinámico. Por ejemplo, la tasa de utilización de paneles de acero para el casco del barco cambia según progresa el proyecto.

Dimensionamiento del Arreglo de Planta Actual. El astillero cuenta con un terreno de 15000 m² . La capacidad actual es para recibir 8 embarcaciones (Ver anexo B).

Cuenta con 2 puestos de varada. El primer puesto de varada tiene un longitud de 100 metros, capacidad para 7 posiciones de varada entre bongos, cargueros, pesqueros de hasta 200 toneladas. En este sistema de varada consta de rieles que permiten el desplazamiento longitudinal y transversal de las embarcaciones por medio de carros, que se utiliza para la maniobra de subida a través de un winche y arrastrado primeramente en un plano inclinado de tierra.

El segundo puesto de varada fue adaptado para embarcaciones de mayor envergadura, ósea, hasta de 380 toneladas; solo se permite el monte de una sola embarcación.

El astillero cuenta con un taller donde se realizan operaciones de reparación de hélices. Una zona de oficinas de aproximadamente 150m² que se encuentra ubicada cerca al primer puesto de varada.

5.2 DISTRIBUCIÓN DE LA PLANTA PROPUESTA

La distribución de planta que se propone para Astivik S.A., esta diseñada de modo que se puedan realizar operaciones de construcción embarcaciones (inicialmente de barcazas) y de mantenimiento.

La ampliación de las instalaciones y la utilización de la alta tecnología lo ubicará en la categoría de cuarta generación de los astilleros. Este diseño permitirá la construcción de otro tipo de embarcaciones que tengan aproximadamente la misma envergadura, lo cual demuestra la alta flexibilidad de la distribución a través del análisis de las operaciones para un flujo lineal.

Para realizar el arreglo de planta que se propone en este estudio, el diseño se apoya, en algunos modelos de plantas de astilleros de construcción de cuarta generación de todo el mundo⁵¹.

⁵¹ www.enbasan.es - www.datayach.virtualave.net - www.tampabayship.com

5.2.1 Tipos de Distribución. En general, toda distribución corresponde a uno o la combinación de dos tipos básicos de distribución. Los tipos de distribución conocidos son:

■ **Distribución física orientada al producto.** Se caracteriza por el alto volumen de producción, el producto es estandarizado o alcanzó una fase del ciclo de vida, que justifica la inversión. La maquinaria se sitúa de manera que la circulación o el flujo de una operación a la siguiente, es mínima para cada clase de producto. Requiere de mano de obra altamente especializada y poco calificada. El flujo de trabajo es a través de una línea continua. Las provisiones de materia prima y componentes son adecuados y de calidad uniforme para garantizar que trabajarán en forma apropiada con el equipo especializado.

■ **Distribución física orientada al proceso.** Este sistema consiste en la agrupación de instalaciones o máquinas semejantes. Aplicada a una amplia variedad de productos o servicios. Requiere de un producto diversificado, volumen variable. Realiza el flujo de trabajo variable. La mano de obra es fundamentalmente calificada sin necesidad de estrecha supervisión y adaptabilidad. En este sistema la táctica mas común es acomodar los departamentos o centros de trabajo en localidades más económicas para minimizar los costos de manejo de materiales.

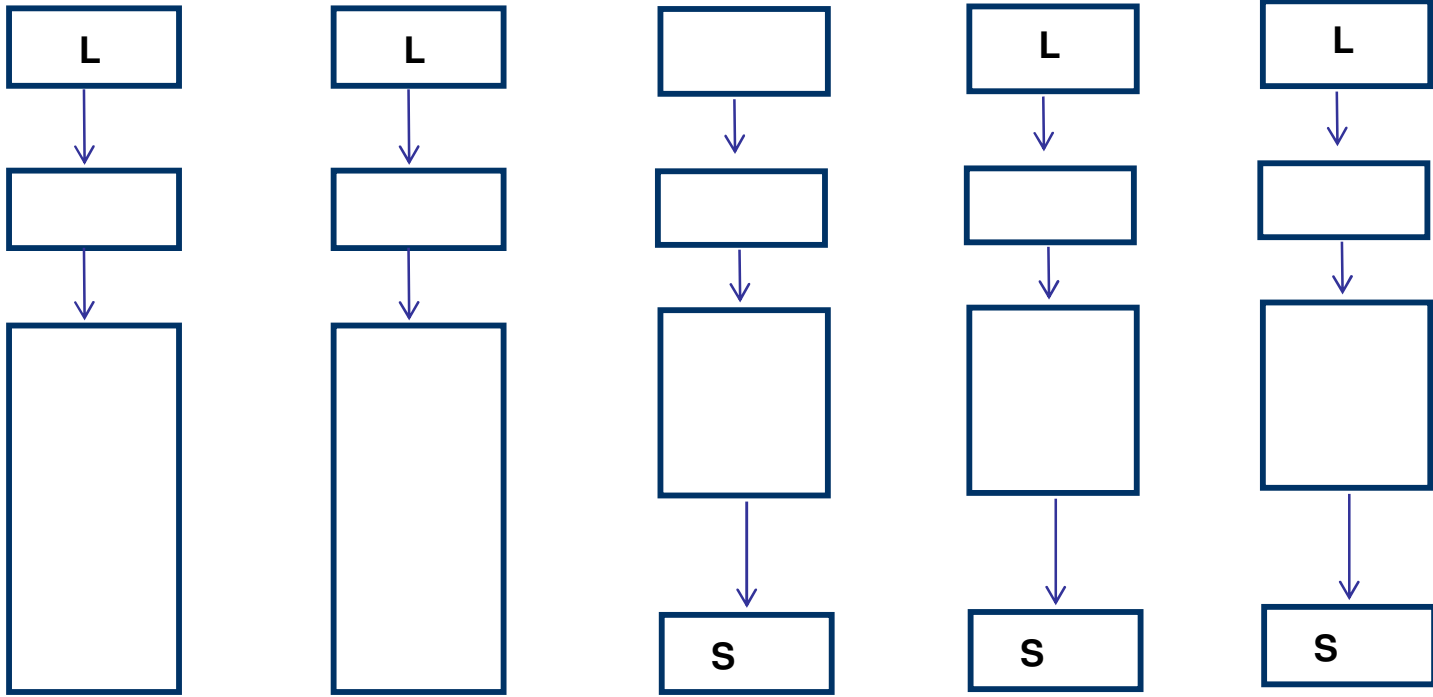
■ **Distribución física de posición fija.** Señala los requerimientos de distribución de proyectos grandes, voluminosos. El producto es de bajo pedido, el volumen de producción es bajo; el flujo de trabajo es mínimo o inexistente. Requiere de alta flexibilidad en la mano de obra.

5.2.2 Diseño de la Distribución Orientada al Producto para el proceso de construcción en Astivik S.A.. La distribución física que se propone para llevar a cabo de manera óptima la construcción de barcas tipo tina, es un arreglo de tipo **línea recta, o por producto**. Se caracteriza por la utilización de la tecnología de grupos que permitirá acelerar el proceso de manufactura y el flujo de materiales en forma importante y reducir los inventarios en procesos.

La planeación de la distribución orientada al producto proviene de balancear las salidas de cada estación de trabajo en las líneas de subensamble y de ensamble. Este resultado se obtuvo en el balanceamiento de línea que se realizó en el capítulo de diseño del proceso⁵².

La figura 26 muestra la distribución inicial-no detallada de las estaciones de trabajo para las líneas de fabricación y ensamble.

⁵² Ver capítulo de Diseño De Proceso Pág.142



5.2.3 Diseño Detallado (Ordenamiento Físico). En este diseño se especificará los resultados del balanceamiento de las estaciones de trabajo, en el cual se pasará a determinar el dimensionamiento de cada una de estas con que debe contar el astillero y de el espacio suficiente para colocar las diferentes máquinas en los talleres y áreas, así como de los equipos de manejo de materiales y el almacenamiento de productos en proceso.

En el estudio, para diseñar el ordenamiento físico se conjunta todos los factores que directa e indirectamente tiene influencia en la distribución. Todos estos sean venido analizando a través del desarrollo del estudio. Tales factores comprende lo siguiente:

1. Volumen de venta proyectado. La demanda de barcasas para el año 2005 es de 15 barcasas anuales⁵³.
2. La cantidad de mano de obra. La cantidad de mano de obra es de aproximadamente 14 cuadrillas⁵⁴.
3. Inventario de maquinaria y equipo de trabajo. La maquinaria a utilizar en los procesos del astillero, ocupan cantidades de espacio considerables, de aquí

⁵³ Ver capítulo de Desarrollo de Requerimientos Pág. 72

⁵⁴ Ver capítulo de diseño del proceso Pág. 158

el tamaño macro de los talleres.

4. Manejo de materiales. El diseño de planta del astillero estará condicionado al almacenamiento de materias primas, a la movilización de grandes láminas y *blocks*, que se realizará por maquinaria pesada (grúas).

5. Plano de planta actual. El arreglo de planta actual es la principal limitante al reconvertir el astillero de mantenimiento a un astillero de construcción y mantenimiento. De acuerdo con las operaciones de construcción que se van a realizar se concluye que la extensión del terreno es insuficiente para el diseño propuesto.

Cuadro 68. Departamentos del astillero

No.	DEPARTAMENTO	AREA(M ²)
1	Patio de material bruto	2800
2	Patio de sandblasting	200
3	Patio de pintura	200
4	Taller de Prefabricación	2695
5	Sitio de ensamble del block de proa y popa	1512
6	Sitio de ensamble del block de fondo y alas	1680
7	Línea de ensamble	17080
8	Almacén de materiales de producción indirectos	100

Astilleros Astivik S.A. para poder atender la demanda anual de 15 barcazas y que en promedio es una barcaza por mes se vería obligada a extender su terreno actual. Actualmente su planta no esta orientada a la construcción y todos los aditamentos del terreno serían cambiados para su nuevo objeto social.

Esto es, que la nueva planta tendría una extensión aproximada de 50.896 m² en donde se encontrarán las instalaciones de producción solamente, sin incluir el área de administración (véase anexo O). El arreglo físico del taller de prefabricación se puede observar en al anexo P.

Las dimensiones descritas con anterioridad incluyen las medidas de los equipos rodantes, holgura para el transporte de los equipos y de personal. Tiene capacidad para mantener a bordo 3 barcazas en proceso.

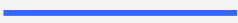




Astivik en su planta actual situada en Mamonal no tiene la capacidad para construir la planta propuesta, lo cual generará la adquisición de terreno aledaño a esta (Astilleros Ferrocem) o la compra de un nuevo terreno que este próximo al mar.

Se realizarán inversiones en la adecuación, esto consistirá en nivelar y compactar el terreno para la construcción de las distintas obras civiles.

Otra inversión es la adecuación de la orilla del mar para la inclusión de los rieles para la botadura de las barcasas.

5.2.4 Diagrama de afinidad. El método SLP (Planeación de distribución sistemática) utiliza una técnica poco cuantitativa para determinar la ubicación de las secciones en la indicada con respecto a cercanía y el recorrido de los materiales. La simbología utilizada es la siguiente:

Cuadro 69. Relaciones de proximidad de los departamentos

LETRA	ORDEN DE PROXIMIDAD	VALOR EN LINEAS
A	Absolutamente necesario	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Cercanía Normal	
U	Sin importancia	
X	Indeseable	

El método SLP puede desarrollarse en los siguientes pasos:

1. Construir una matriz de afinidad diagonal y anotar el dato correspondiente al nombre de la sección.

2. Llenar cada uno de los cuadros de la matriz con la letra del código de proximidades que se considere mas acorde con la necesidad de cercanía de las secciones.(véase figura 27)
3. Construir un diagrama de hilo a partir del código de proximidad.
4. Como el diagrama de hilos debe coincidir con el de afinidad en lo que se refiere a la proximidad de la sección, este se considera la base para proponer la distribución (véase figura 28).

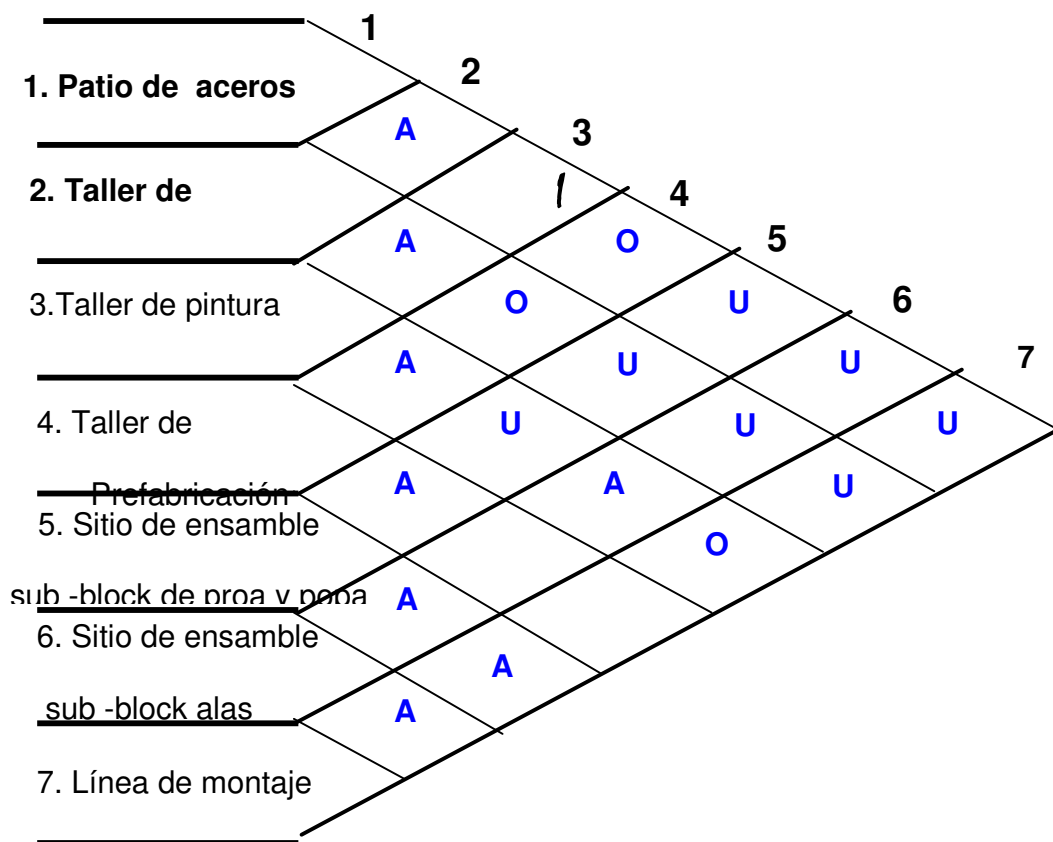
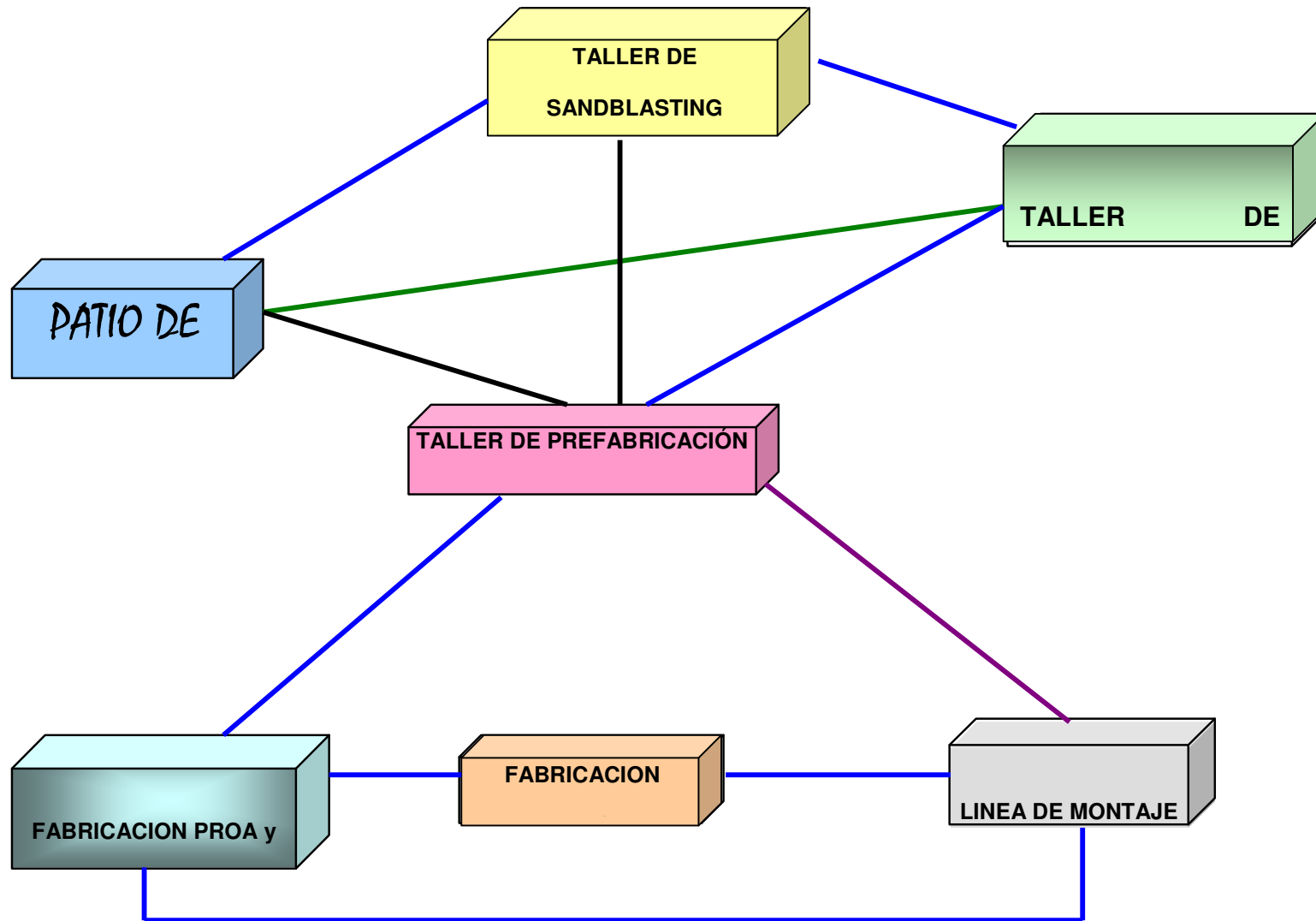


Figura 27. Diagrama de afinidad



Astilleros Astivik S.A. para poder atender la demanda anual de 15 barcasas y que en promedio es una barcaza por mes se vería obligada a extender su terreno actual. Actualmente su planta no esta orientada a la construcción y todos los aditamentos del terreno serían cambiados para su nuevo objeto social.

Esto es, que la nueva planta tendría una extensión aproximada de 50896 m² en donde se encontrarán las instalaciones de producción solamente, sin incluir el área de administración (véase anexo O). El arreglo físico del taller de prefabricación se puede observar en al anexo P.

Las dimensiones descritas con anterioridad incluyen las medidas de los equipos rodantes, holgura para el transporte de los equipos y de personal. Tiene capacidad para mantener a bordo 3 barcasas en proceso.

Astivik en su planta actual situada en Mamonal no tiene la capacidad para construir la planta propuesta, lo cual generará la adquisición de terreno aledaño a esta (Astilleros Ferrocem) o la compra de un nuevo terreno que este próximo al mar.

Se realizarán inversiones en la adecuación, esto consistirá en nivelar y compactar el terreno para la construcción de las distintas obras civiles.

Otra inversión es la adecuación de la orilla del mar para la inclusión de los rieles para la botadura de las barcas.

6. MANEJO DE MATERIALES

El manejo de los materiales puede llegar a ser en realidad el mayor problema de la producción porque agrega muy poco valor al producto. Pero consume una parte del presupuesto de manufactura. El manejo de materiales incluye consideraciones de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio.

Primero, el manejo de materiales debe asegurar que las partes, materias primas, material en proceso, productos terminados y suministros se desplacen periódicamente de un lugar a otro. Segundo, como cada operación del proceso contiene materiales y suministros a tiempo en un punto en particular, requiere el eficaz manejo de materiales. Se asegura que los materiales serán entregados en el momento y lugar adecuado, así como, la cantidad correcta. Por último el manejo de materiales debe de considerar el espacio para el almacenamiento.

El manejo de materiales de este capítulo también comprende el aprovisionamiento de la red de flujo de materiales. Desde este punto los pedidos se transmiten a los vendedores para cubrir los suministros requeridos para mantener la red de flujo de materiales balanceada.

6.1 PROCESO DE COMPRA DE LOS MATERIALES

Todas las compañías, independientemente de su actividad y área de actividad, necesitan comprar una serie de materiales que les va a permitir realizar las distintas operaciones y transformaciones para poder satisfacer a sus clientes, ya que la calidad de cada uno de los materiales adquiridos afectan la calidad del producto final. Por esta razón las operaciones de compra deben controlarse convenientemente.

La gestión de compra de la materia prima, materiales de producción y materiales indirectos para que sea eficaz se debe planear respondiendo a las preguntas de Que, Cómo, Cuando, Cuanto, como se muestra en la figura 29.



Figura 29. Etapa de compra

■ **Que comprar.** El astillero comprará todos los materiales e insumos que le correspondan para ejecutar el proyecto de manufactura. Estos materiales estarán sujetos a que cumplan con normas de calidad estándares que exigen las casas clasificadoras para aprobar el producto final; y más importante aún, el precio de estos materiales deben ser competitivos en el mercado y que sopesen con la calidad del material que el astillero exige. Los materiales deben llegar a el muelle en el caso de las láminas y perfiles, y los otros insumos vía terrestre a las puertas del astillero.

■ **Como comprar.** El ciclo de compras para llegar a cabo todo el procedimiento de cómo comprar se muestra en la figura 30.



Figura 30. Ciclo de compra

La emisión de la requisición nacerá de la necesidad del departamento de producción, de acuerdo con lo programado en la planeación del proyecto.

El departamento de abastecimiento o compras se encargará de analizar las requisiciones, esto es, existen dos clases de compras en esta industria, la primera es la compra especial de las láminas y perfiles de acero, y la segunda es la compra normal de los insumos o productos de producción directos e indirectos.

La compra especial del acero se realizará en el exterior (Europa), en dado caso las empresas exportadoras de carbón estén dispuestas a realizar el negocio con el proveedor del acero, como intermediario en el proceso de compra. Esto con el único propósito de adquirir la materia prima a un menor costo, ya que por la condición de empresa exportadora tiene una reducción de impuestos para las compras en el exterior. Este etapa del proceso requiere de un estudio más apropiado y directo que no alcanza es objetivo de este trabajo.

Los proveedores de láminas y perfiles de acero laminados en caliente que importan sus productos a Colombia actualmente son: COMBINATUL SIDERURGIC SIDEX S.A. (GALATI - RUMANIA), WESCO S.A. (ESPAÑA), USINAS SIDERURGICAS DE MINAS S.A. (ESPAÑA), ARBED S.A. (LUXEMBURGO), SIDERSA S.A. (ESPAÑA).

Los proveedores tendrán capacidad comprobada para proporcionar productos que cumplan con todos los requerimientos de las especificaciones y calidad⁵⁶.

⁵⁶ Capitulo de control de calidad

La negociación con estos proveedores comprenderá una serie de etapas que se desarrollarán o ampliarán en el momento de la selección de un proveedor único, que contará el astillero para el suministro (ver figura 31). La decisión de un proveedor único es recomendada por razones de estandarización del producto final, el mejoramiento de la calidad de las materias primas, y disminución en los costos de inventario.

Por circunstancias mayores se negociará con proveedores locales que estén dispuestos a suministrar la cantidad que sea solicitada.

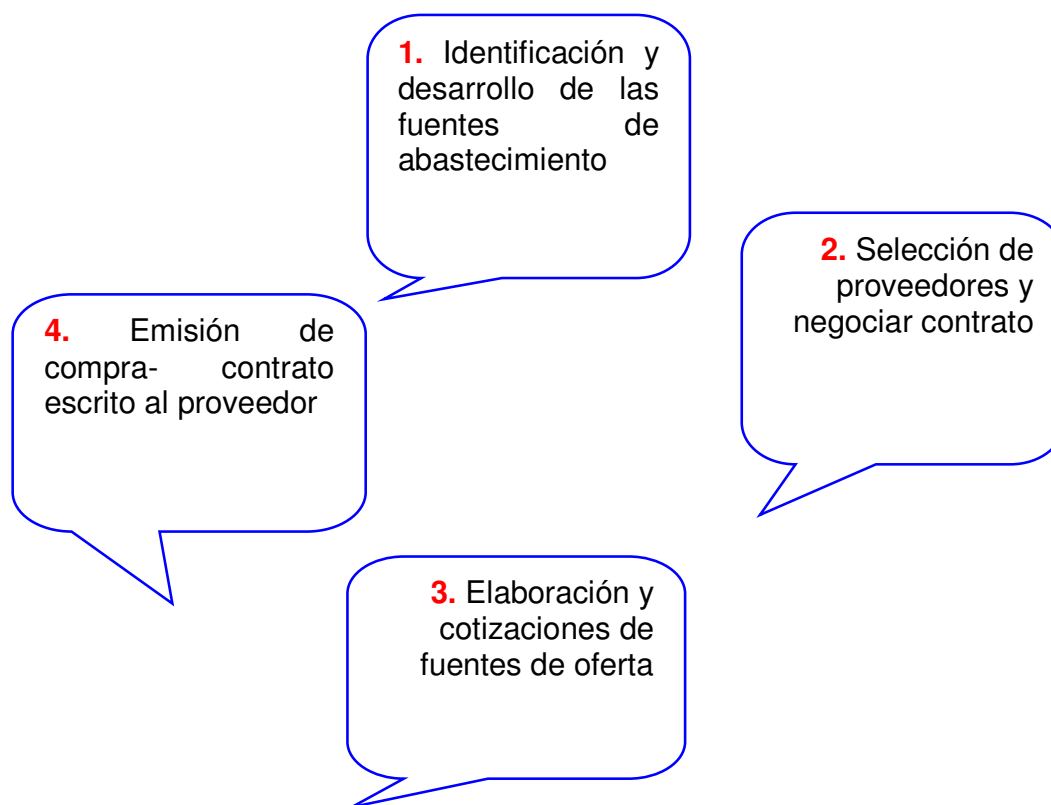


Figura 31. Etapas de negociación

Las condiciones comerciales para la selección y realización del contrato es que el material llegue al muelle del astillero y que el costo cubra la póliza de seguro, los gastos de manejo y transporte, este tipo de negociación es llamada C.L.F. (*Cost Insurance Freight*).

■ **Cuando comprar.** El requerimiento de las láminas y perfiles de acero se efectuará para la actual demanda de barcasas: dos pedidos anuales, que se realizarán uno con 4 meses de anticipación de la producción de la primera barcaza y luego el segundo pedido en la cuarta parte del año de producción de acuerdo con la demanda.

Esta programación se efectuará de esta manera ya que el tiempo de movilización de la materia prima a tierras colombianas se demora aproximadamente 3 meses, esto sin incluir el tiempo de negociación y acuerdos entre proveedor- cliente.

El objetivo de hacer este tipo de compras es reducir al mínimo la cantidad de inventario de materia prima en el parque de material bruto, disminuir el tiempo de estancia del acero en inventario, y optimizar el espacio destinado para el almacenamiento de estas.

■ **Cuanto comprar.** La cantidad de materia prima para la primera compra es de 3300 toneladas de acero entre láminas y perfiles, que se dispondrá para la manufactura de 10 barcazas en la primera mitad del año. La segunda compra es de 1800 toneladas que se utilizarán para la producción de las 5 barcazas restantes.

No existirá un modelo de inventario rígido ya que las condiciones de compra y entrega de la materia prima está sujeta a el tiempo en que se tarda en poner el pedido en el muelle del astillero.

6.2 MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES

Para poder realizar el manejo de los materiales de una forma más eficiente se requiere de una clasificación de los productos o de los diferentes insumos que el astillero necesita adquirir.

La clasificación que se va utilizar es :

Materia Prima. Estos insumos corresponden a las diferentes tipos de láminas y perfiles de acero para la construcción de la barcaza tipo tina⁵⁷.

Materiales de Producción. Estos insumos corresponden a las diferentes soldaduras (electrodos, alambres, material de aporte y fundente), así como de los diferentes clases de pintura: primer, pintura intermedia y pintura de acabado⁵⁸. También aquí se hace referencia de algunos accesorios de la embarcación.

Materiales Indirectos. A estos materiales corresponden: la arena y oxígeno utilizada para la limpieza, los gases utilizado en las operaciones de soldadura y

⁵⁷ Ver capítulo de materia prima. P.

⁵⁸ ver capítulo de Diseño del proceso materia prima.

requisiciones de madera para acuñar cada una de las barcazas a los carros sobre el varadero o rieles⁵⁹.

A continuación se hará el estudio de rutas de todo el material, valorando las toneladas, número de piezas, características máximas, medias y mínimas dentro de la fase, proceso o máquina.

6.2.1 Proceso de Recepción de los Materiales. La recepción del material es una de las actividades más importante en todas las empresas , ya que de aquí va a depender la calidad de todos los procesos que se lleven acabo inmediatamente después.

El astillero actualmente hace la recepción del material por vía terrestre, ó por camión. Pero para la construcción de barcazas tipo tina que se tiene planeado realizar, el astillero debe estar preparado para recibir materias primas por vía terrestre y marítima. La razón de que los materiales lleguen por vía marítima, se debe a que habrán laminas y estructuras de acero que por su tamaño no podrán ser transportada por vía terrestre. El astillero deberá contar con un elevador en el muelle y un parque de material bruto con tal de tener la capacidad para recibir las laminas y estructuras, sin embargo, sin olvidar la recepción de materiales por vía

⁵⁹ ver capitulo de Diseño del proceso materia prima.

terrestre que sería la de los materiales de producción que luego son llevados a un almacén y de los materiales indirectos que luego serán almacenados. La recepción de los materiales consiste en la inspección de cada uno de los productos requeridos del astillero para luego darle su debido almacenamiento.

6.2.1.1 Recepción y almacenamiento de Materias Primas. La recepción de los productos que se han clasificado como materia prima, como las láminas y estructuras, llegarán al astillero vía marítima, ya que la mayoría de estos productos serán importados de acerrias y proveedores extranjeros porque las dimensiones que se requieren para la construcción de barcasas, no son comerciales en el país y manejar estas láminas de grandes proporciones vía terrestre sería casi imposible transportarlas en camión. Por esto razón se recurre a la vía marítima como el transporte más factible para láminas y estructuras, acogiéndose a lo que generalmente realizan los grandes astilleros del mundo los cuales tienen arreglo de planta de cuarta generación.

Equipo para la Recepción de Materias Primas. Para la recepción de estas láminas se necesitaría de una infraestructura que debe contar con un elevador el cual tiene movimientos longitudinales a través de rieles y movimientos transversales con carros que tienen ventosas electromagnéticas y corren en su viga principal (ver figura 32 y 33); y una grúa martillo con capacidad de elevación

de 50 toneladas la cual gira 360° balanceada con pesos, y son controladas desde una estación. Esta grúa se adapta y es la más utilizada para los servicios de muelles, por esta razón el elevador será utilizado para transportar las materias primas de los buques (barcazas) atracados en el muelle a el parque de material bruto, y la grúa martillo será utilizada para movilizar la materia del parque de material bruto al sitio de limpieza (ver figura 32).



Figura 32. Grúa martillo del parque de láminas y perfiles

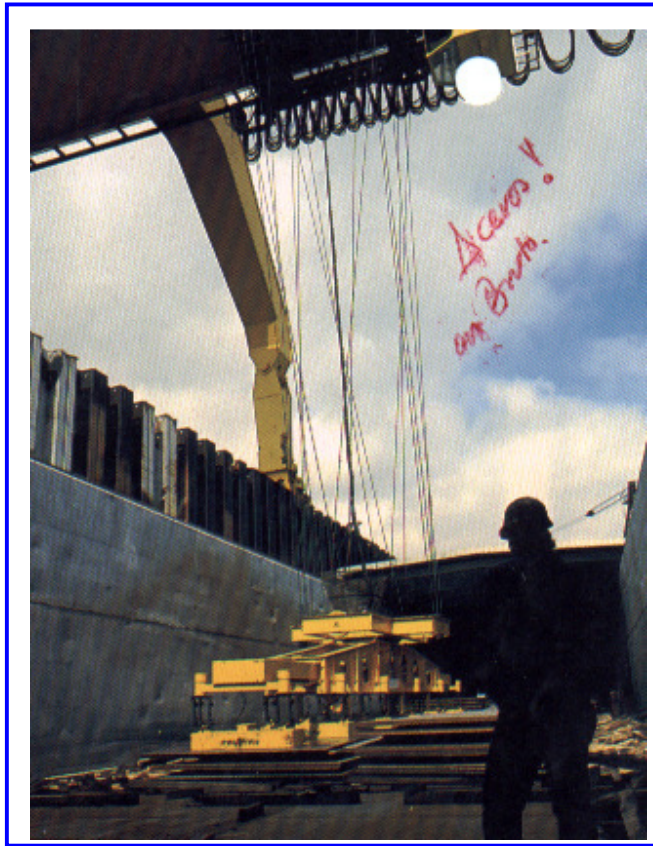


Figura 33. Elevador con ventosas electromagnéticas

Parque de Material Bruto. Vamos a llamar parque al área del astillero donde se reciben las materias primas, es decir, todo el acero recibido como son: láminas y perfiles.

Es el principio de la cadena de producción, donde se recibe, se ordena y se almacena todo el acero recibido para la construcción de las barcas tipo tina. En este parque las materias primas serán inspeccionadas, luego, son clasificadas para ser sometidas a los procesos de limpieza. El parque de material bruto deberá

estar ubicado sobre el litoral del muelle ya que las materias primas serán recibidas vía marítima, porque tanto las dimensiones como la cantidad de material, son más fácil de transportar por esta vía, lo cual le permitirá al astillero conseguir el mínimo transporte y manipulación.

La superficie del parque dependerá de las facilidades de acopio de material y sobre todo del grado de normalización de las láminas, teniendo en cuenta que todo este acero debe ser el suficiente para la construcción de las barcasas de acuerdo con la cartera de pedidos del astillero. (Ver figura 34)



Figura 34 . Vista aérea de parque de materiales

Las láminas se apilan horizontalmente sobre vigas de cemento (Ver figura 35), para evitar el contacto con el suelo, las pilas suelen ser del orden de 25 láminas

como máximo. En el ordenamiento se tendrá en cuenta la carga útil por metro cuadrado que puede resistir el piso. Hay que procurar que la lámina inferior de la pila no este más de un año en el parque, para evitar su corrosión.

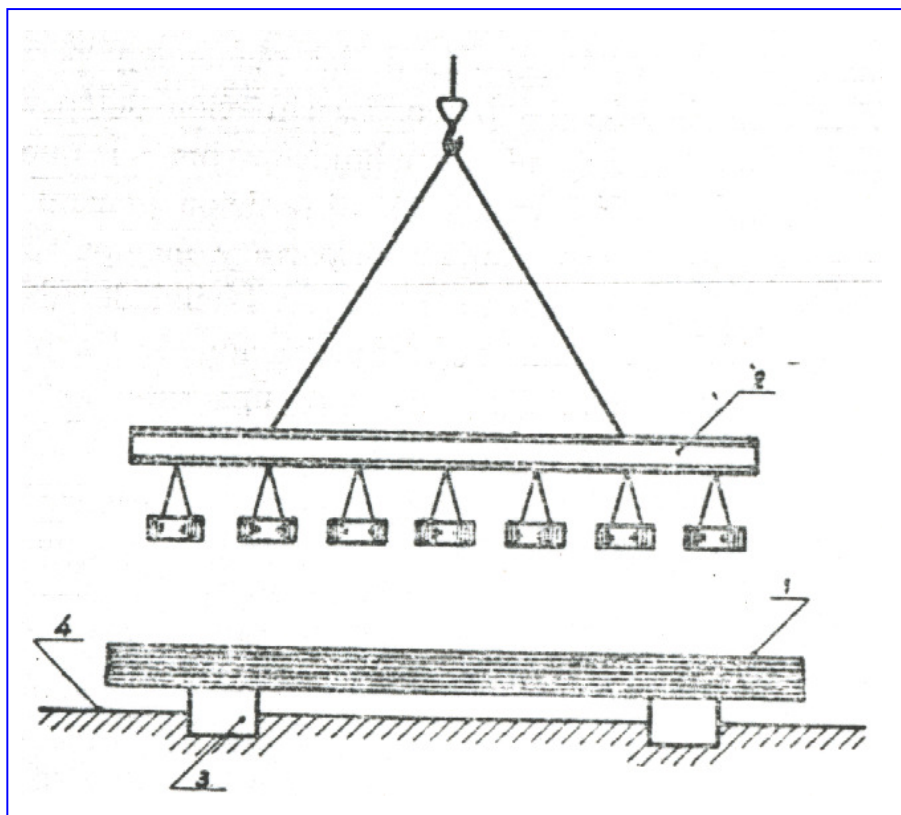


Figura 35 . Pilas de láminas en soportes de cementos

6.2.1.2 Recepción y almacenamiento de Materiales de producción. Los materiales de producción como la soldadura, el alambre, fundentes y pinturas

llegaran al astillero vía terrestre. Estos materiales tendrán un almacenamiento diferente de acuerdo a la naturaleza de cada material.

Equipo para la Recepción de Materiales de producción. Para el descargue de los diferentes materiales de producción, los cuales vienen empacados, en cajas para el caso de la soldadura, los materiales de aporte, algunos accesorios de la barcaza y las pinturas envasadas en sus respectivos tanques, se realiza a través de grúas de bajo tonelaje, que permitan trasladarlos de los camiones de los proveedores a su sitio de almacenamiento.

Almacenamiento para Materiales de Producción. El almacén de materiales de producción debe estar dotado con hornos donde permanecerán los electrodos y los fundentes a una temperatura no mayor a 40°C para mantenerlos libre de la humedad, ya que este factor produce cambios en las características de soldabilidad, estabilidad del arco y apariencia del revestimiento, pueden presentar porosidades u otros defectos que los dejen fuera de la aprobación de las normas de inspección.

Los alambres y los materiales de aporte para la soldadura estarán almacenados en estanterías, en sus respectivas cajas.

Las pinturas marinas se almacenan según la clase, es decir, se acumulan en un espacio las Primer, en otro área la intermedia y luego las de acabado, siendo las más usadas las Primer. No se deben colocar mas de 2 galones uno sobre otro. Su ubicación dentro del almacén debe estar separado de los hornos de soldadura y libres de la exposición directa de los rayos solares.

Este almacén deberá ser ventilado con el fin de mantener las propiedades de los diferentes materiales de producción.

6.2.1.3 Recepción y Almacenamiento de Materiales Indirectos. Los materiales como son: la arena, los cilindros de gases y la madera, tendrán un manejo específico de acuerdo a las características que estos poseen.

Equipo para la Recepción de Materiales Indirectos. La arena llegará al astillero a través de volquetas, las cuales depositaran este insumo cerca de los silos de almacenamiento.

Los cilindros de gas llegarán en camiones de los cuales serán bajados por diferenciales y luego llevados a su respectivo almacén por carretillas industriales.

La madera al igual que los gases llegaran al astillero en camiones y serán transportadas por montacargas a su lugar de deposito.

Almacenamiento de materiales Indirectos. La arena antes de ser almacenadas en las tolvas o silos será sometida al proceso de tamizado para que esta quede con la debida granulación para los procesos de limpieza. Luego, la arena se depositará en las tolvas de forma manual a través de palas.

Los cilindros de gas como los de: acetileno, agasol, argon, nitrógeno y oxigeno serán almacenados en el almacén de gases. El almacén de gases debe ser un lugar fresco, donde no estén en contacto con aceite o grasa, lejos de materiales inflamables, los cilindros deben estar asegurados con cadenas a la pared, postes o porta-cilindros en posición vertical.

La madera se colocará o depositará en un lugar seco y alejado de las chipas de la soldadura.

6.2.2 Limpieza y Pintura de Láminas y Perfiles. Este proceso se realizara después de la recepción de las láminas y perfiles. Los insumos utilizados para la limpieza del acero es la arena y para el proceso de pintura se utilizará, la anticorrosiva (primer).

Equipo para los procesos de limpieza y pintura. Estos procesos utilizan los mismos equipos para la compresión de aire y para la expulsión de la arena y la pintura a alta presión. Por las características como las dimensiones y la cantidad de laminas a limpiar y pintar se necesitan un equipo de compresores portátiles de 900 CFM, 125 psi y boquillas para arena chorro penetrante de 1 ½ plg. entre otras. (Ver figura 36)



Figura 36. Compresor de 900 CFM

Talleres de Limpieza y Pintura. Para la realización de la limpieza y pintura de láminas y perfiles, cada operación cuenta con su taller. Estos talleres son cubiertos para evitar dispersión de polvo suspendido en el aire y el desperdicio de la pintura por las corrientes de aire. Estos talleres disponen de un área de 200 m² cada uno.

Cada taller estará equipado con un puente grúa de 3.2 toneladas con una altura de elevación de 5.9 metros y una luz entre ejes del camino de rodadura de 7.5 metros, con ventosas electromagnéticas.

Las láminas y perfiles una vez pintados son transportados al taller de prefabricación por medio de una grúa móvil de 5 toneladas.

6.2.3 Prefabricación de Acero. La prefabricación son las diferentes operaciones para labrar las piezas y elementos que integra la estructura de la barcaza tipo tina.

Las operaciones que se realizan para fabricar familias de piezas son: el corte, rolado y doblado. Luego, se realiza las primeras soldaduras para la unión de los primeros sublocks.

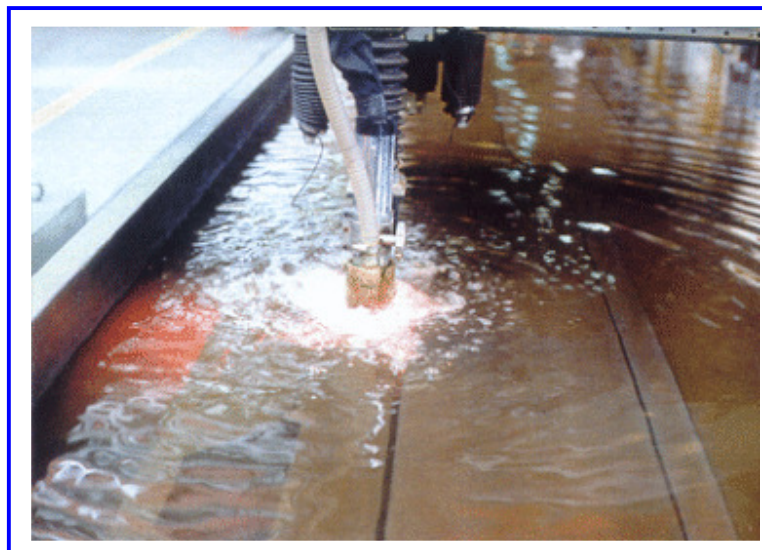
Equipo en los Procesos de Prefabricaciones. Los equipos que se requieren para la elaboración de las familias de piezas de cada uno de los blocks que se ensamblan para el montaje de la barcaza tipo tina son: máquina de corte de plasma manual y automática, roladora, dobladora, equipo de soldadura automática SAW y equipo de soldadura semiautomática MIG-MAG.

■ **Máquina de corte con plasma Automática.** Máquina de corte por plasma con piscina de corte bajo el agua, alta velocidad, alta calidad en el corte de la chapa por no calentarse la chapa (ver figura 37 y 38).

- El potente software CAD/CAM, suministrado habitualmente con la máquina, completo con optimización de la chapa y posibilidad de importar diseños en formato DXF, eleva la flexibilidad del equipo.
- El sistema de aspiración de humos, gestionado como un eje adicional de CN, asegura el pleno respeto de las normativas europeas en relación con la protección del medio ambiente.
- El CNC está equipado con capacidad de simulación de corte, tanto de una sola pieza como de la chapa entera optimizada.
- El pleno respeto a la normativa CE garantiza su introducción en empresas de organización moderna.



Figura 37. Máquina de corte por plasma



■ **Máquina de corte por plasma manual.** Máquinas de corte por plasma, alimentación de corriente trifásica, protección termostática automática, indicador de falta de suministro de aire y manómetro indicador de aire, utilizadas con compresor normal. El equipo es más eficiente y económico que el sistema de corte tradicional por oxiacetileno.

Este equipo permite cortar acero velozmente sin deformar la láminas aún pintadas. Es recomendada para todo tipo de acero. La velocidad de corte es el doble del oxicorte.

Descripción del equipo.

PLASMA X1103

- Espesor de corte sobre acero: 40mm
- Peso: 155 Kg
- Dimensiones: 51*70*90 cm
- Corriente de corte: 150A

(Ver figuras 39)



Figura 39. Máquinas de corte manual

■ **Roladora.**

Capacidades

Máximo largo permitido 40'

Máximo espesor permitido 3/4"



Figura 40. Roladora de 40 pies.

Dobladora.

Capacidades

Máximo largo permitido 20'

Máximo espesor permitido 3/4"

Espesor de predoblado 5/8"

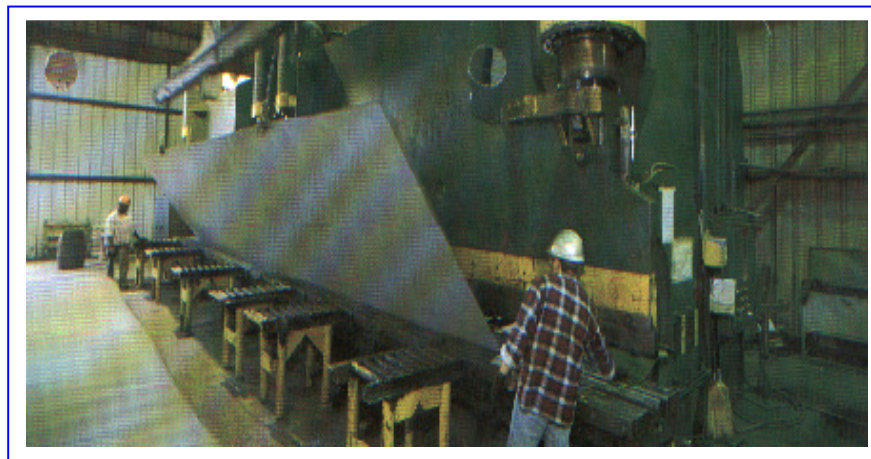


Figura 41. Dobladora de 20 pies

- **Soldadura de arco sumergido (SAW).** La soldadura de arco sumergido produce la coalescencia del metal por medio del calentamiento de este gracias a un arco metálico producido entre un electrodo y el metal base. El arco eléctrico y el charco metálico se encuentran “sumergidos” bajo un fundente granular. El

metal de aporte es el obtenido del electrodo o de adiciones de polvo metálico.

Ventajas:

- Ratas de deposición hasta de 50Kg/h., gracias a su capacidad de manejar elevadas intensidades de corriente (600 A para 3/32" y hasta de 5000 A para aplicaciones con múltiples electrodos).
- Elevado factor de operación. Especialmente en aplicaciones de múltiples pases y recubrimientos, con el arco sumergido se puede alcanzar hasta un 100% de factor de operación.
- Mínima limpieza. El chisporroteo casi inexistente y al muy fácil remoción de la escoria hacen mínima la limpieza.
- Alta velocidad de avance. Por la posibilidad de ajustar parámetros y con ayuda de montajes automáticos se pueden alcanzar velocidades de hasta 5 metros por minuto.
- Bajo de hidrógeno. El proceso de arco sumergido es bajo de hidrógeno, por tal motivo se caracteriza por su buena resistencia a la fisuración.
- Minimiza errores del operario. Las maquinas automáticas que controlan las variables y la ubicación del arco sumergido eliminan los errores por cambio

de operario.

Descripción del equipo

Generador : MEGA-ARC R 600S

- Peso: 249.5Kg
- Longitud: 24 1/8 (866.8mm)
- Altura: 30 5/8 (777.9mm)
- Ancho: 24 1/4 (616mm)
- Amperios: 600
- Corriente: AC / DC

Alimentador de alambre: LT-7 (LINCOLN ELECTRIC)

Peso: 29.4Kg

Longitud: 33 " (838 mm)

Ancho: 14" (356 mm)



Figura 42. Equipo de soldadura SAW

■ **Soldadura MIG/MAG.** El método MIG/MAG se cuenta entre los de soldadura por arco, lo que significa que se aprovecha un arco eléctrico para fundir el metal base y el de aporte y formar la soldadura.

Ventajas:

- Elevada productividad Relativo Bajo aporte de calor a la pieza de trabajo
- Facilidad de automatización
- Soldadura en cualquier posición
- Todos los materiales de construcción (metales férricos y no férricos)
- La productividad es considerablemente superior a la soldadura de arco metálico manual ya que no son necesarias las interrupciones para el cambio de electrodo.

Descripción del equipo

- Generador: MEGA-MIG RC-650 RSV
- Modo de transferencia: Corto circuito, Globular, Spray
- Amperios: 50 a 375 para RC-300 RSV
50 a 600 para RC-450-RVS
100 A 800 para RC-650-RVS
- Maneja todo tipo de alambre (semiautomática o automática)
- Alimentador de alambre: MEGA-MIG RC-650 RSV
- Control automático y semiautomático
- 4 rollos de alambre

- Peso: 23.6 Kg
- Longitud: 25"
- Ancho: 15"
- Altura: 14-1/2"



Figura 43. soldadura de perfiles MIG- MAG

Taller de Prefabricación. Las láminas ya preparadas procedentes del taller de pintura entran a la línea de prefabricación mediante un puente grúa birraíl que puede llegar a moverse a lo largo de la línea de prefabricación a 50 metros por minuto. Tiene una luz entre ejes de 39 metros y 5 toneladas de capacidad de elevación, y esta provisto de equipo electromagnético de 16 electroimanes circulares para mantener la carga sustentada durante mas de 20 minutos. Las láminas pasan a las primeras soldaduras por medio de un puente grúa de 3.2 toneladas, con una luz entre ejes de 39 metros y una altura de elevación al gancho 7.5 metros (ver figura 44). Se disponen de caballetes o soportes para la construcción del block



Figura 44. Puente Grúa con ventosas electromagnéticas.

6.2.4 Ensamblajes de Sublocks Y Blocks. Esta etapa del proceso es donde se realiza los montajes de los semiblocks, sublocks, blocks y grandblocks.

Equipo de Subensamble. El equipo que se utiliza para la soldadura de las estructuras, forros y grabaciones en el forro, que son hechos en el sitio de subensambles, a campo abierto, es la soldadura de electrodo revestido, que es comúnmente utilizada para esta clase de procesos en la mayoría de los astilleros. Este equipo se caracteriza por la facilidad de transportarlo en el sitio de trabajo.

■ **Máquina de soldadura de electrodo revestido.**

Conexión monofásica, 200/380V.

Toma auxiliar de 220V, independientemente de la tensión de la red (potencia 2.500 W max.).

Facilidad de transporte.

Ventilación forzada en todos los modelos

Cumple normas CE

(Ver figura 45)



Figura 45. Equipo de electrodo revestido

Sitio de Subensamble. Es el área de máxima capacidad de izada del astillero. Esta compuesto por dos espacios, uno para realizar el subensamble de las proas y las popas y el otro para el subensamble de las alas y almacenamiento de los fondos.

Se caracteriza por tener gradas que sirven para el ensamble de las proas y las popas exclusivamente, (ver figura 46). Estas tarimas hechas en acero son capaces de soportar de hasta 60 toneladas, sus dimensiones son de 9 metros de por 12 metros.



Las alas son ensambladas en el piso por su gran longitud, por lo cual esta superficie debe ser de cemento y totalmente nivelada y plana.

Se utilizan las grúas de mayor tamaño para el giro y transporte de los blocks a la línea de ensamble. Se emplean 2 grúas basculante con capacidad de carga de 100 toneladas y capacidad de elevación de 12 metros (figura 47). También se utilizan diferenciales industriales para la izada de los pequeñas estructuras y forros (figura 48).



Figura 47. Subensamble del block de Proa



Figura 48. Diferenciales Industriales

6.2.5 Ensamble Final y Botadura. En este sitio es donde se realiza el montaje final de los blocks de la barcaza, anteriormente fabricados, sobre la línea de ensamble.

Equipo de Ensamble Final y botadura. Para la izada de los blocks a la línea de ensamble se utiliza las dos grúas utilizadas en el sitio de subensambles (figura 49). El equipo utilizado es el de soldadura de electrodo revestido, visto anteriormente⁶⁰, y el uso del equipo de pintura para la aplicación de la capa de pintura de acabado.



Figura 49 . Izada de blocks a la línea de ensamble

⁶⁰ Equipo de soldadura. Pág. 223



Figura 51. Aplicación de pintura de acabado

Sitio de ensamble final y botadura. Este sitio consta de 2 rieles paralelos de aproximadamente uno de 168 metros y otro de 115 metros de longitud que tiene capacidad de hasta 4 barcasas alineadas.

El movimiento longitudinal y transversal de las barcazas en el varadero se realizan a través de Winches con 100 toneladas.

El sitio de la botadora consta de 9 rieles inclinados hacia el mar y tiene 90 metros de longitud y capacidad para botar una barcaza (ver figura 52).



Figura 52. Botadura de la barcaza

6.3 DIAGRAMA DE RECORRIDO

El diagrama de recorrido se usa como base para analizar el flujo de los materiales. Antes de que pueda acortarse un transporte es necesario visualizar donde habría sitio para agregar una instalación o un dispositivo que permita disminuir una distancia. Así mismo, es útil considerar posibles áreas de almacenamiento temporal o permanente, estaciones de inspección y puestos de trabajo.

En el anexo Q se muestra un plano a escala de la distribución propuesta con las áreas de cada sitio y las líneas de flujo que indican el movimiento del material de una actividad a otra.

7. CONTROL DE CALIDAD

El objetivo de este capítulo es describir las actividades de control que deberá realizar el astillero para tener una buena participación en el mercado ya que el mercado a atender exige este parámetro como uno de los más importantes y de antemano reducir los costos de mala calidad que se puedan presentar. Por esta razón la construcción se realizará bajo el concepto de ciclo de calidad, el cual se explica en la figura 53.

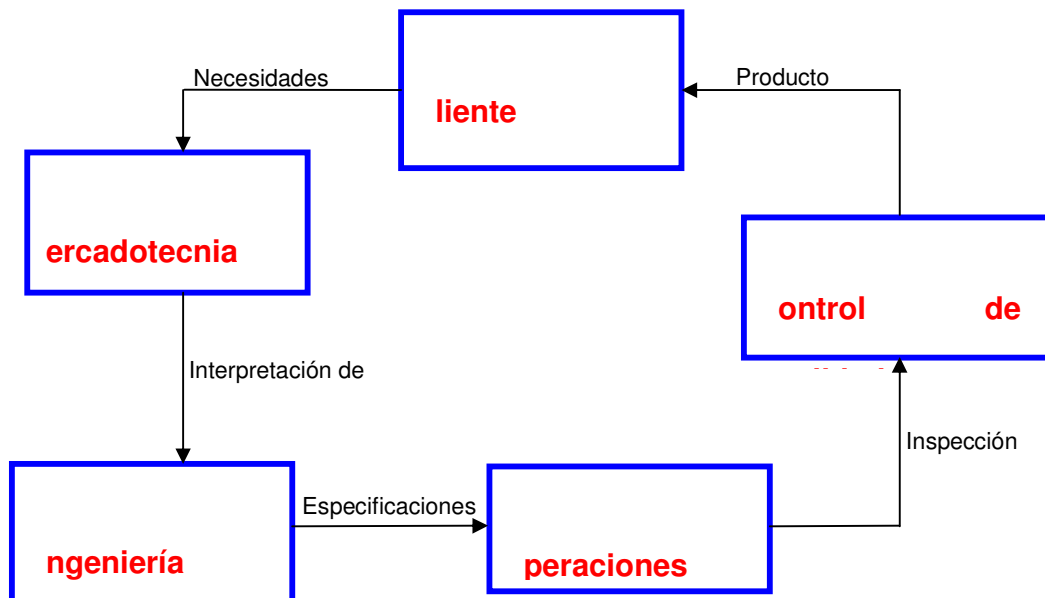


Figura 53. Ciclo de calidad

7.1 DIAGNOSTICO DEL CONTROL DE CALIDAD ACTUAL EN EL PROCESO DE MANTENIMIENTO EN ASTIVIK S.A.

Actualmente en el astillero la actividad de control a la materia prima y a los procesos es muy reducida, no cuenta con laboratorios metalográficos, para los procesos de selección de materia prima ni para el proceso de soldadura. Las inspecciones que se realizan son visuales, para aceptar los lotes de láminas y perfiles. La inspección es realizada por el ingeniero encargado de cada proyecto (en el proceso de reparación).

Para la clasificación de los soldadores no realizan ningún tipo de procedimiento, ya que los que actualmente trabajan en planta son subcontratados y garantizados por el contratista.

7.1.1 Control de la Materia Prima. La inspección de materia prima se realiza para asegurar el cumplimiento de las especificaciones por parte del proveedor, estas inspecciones son reducidas cuando el proveedor tiene sus productos certificados por las casa clasificadoras. Sin embargo, se explica a continuación cuales son los factores críticos a controlar en este rubro.

■ **Láminas de acero.** El acero que es requerido por el astillero como materia prima proviene de una empresa siderurgia extranjera llamada COMBINATUL SIDERURGIC SIDEX S.A. (GALATI - RUMANIA) y es suministrada por las empresa Nicastillo S.A. y Aceros de Colombia S.A. que las importa de este país.

El proceso de control de calidad de estas laminas, inician antes de que estén en el astillero, cuando se recibe la factura de compra y el certificado de inspección; este certificado debe venir con el sello de garantía de la casa SURVEYOR TO LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING, que acredita la calidad y garantía del material que se esta comprando; también traen descritas las normas de calidad ASTM A 131/91 y ASMT A 6/94⁶², de las especificaciones químicas del acero que deben coincidir con las que fueron ordenadas por el astillero, así también, debe describir datos como: el nombre del producto, en nuestro caso, Láminas de Acero Estiradas en Caliente, número de lotes que son enviados y sus pesos respectivos, el número de la colada que proviene de la siderurgia, fecha de entrega, y número de la orden de compra. Las propiedades químicas del acero deben ser las composiciones permitidas, especialmente que la proporción de carbono del acero sea del 0.2%⁶³.

Luego, cuando son recibidas las láminas, al entrar al astillero estas deberán llevar el número de la colada, el sello de garantía de la *SURVEYOR TO LLOYD'S*

⁶² Ver capitulo materia prima. Pág .108

⁶³ ibid. Pág.108 ... véase cuadro 29...

REGISTER OF SHIPPING y el número del lote para poder ser recibidas, luego se inspecciona de forma visual que la lámina este en perfectas condiciones, es decir, sin agrietamientos, limpias, aplanadas y sin laminaciones; el número del certificado de inspección concuerde con el que trae descrita la lámina y que cumpla con las medidas específicas.

- **Perfiles.** Los perfiles por tener la misma propiedad del acero, las exigencias son similares, ya que son de acero con bajo contenido de carbono, tiene las mismas propiedades químicas especificada por la norma ASTM. Aparte de esto cumple con el mismo procedimiento de inspección cuando son compradas y recibidas en el astillero.

- **Insumo de soldadura.** El proveedor actual de los materiales de soldadura, electrodos, alambres, fundentes, son generalmente de la casa Manufacturas S.A.. con sus productos WEST ARCO, esta empresa cuenta con el certificado de calidad de la Norma NTC-ISO 9002/94, que aprueba que el sistema de calidad es aplicable para las siguientes actividades: fabricación y comercialización de electrodos revestidos para soldadura manual, soldadura de mantenimiento y alambres de procesos MIG/MAG, Arco sumergido y oxiacetileno.

Además, presenta certificados de calidad de la ABS para los productos de varias

soldadura de las cuales algunas son utilizadas para el proceso de construcción y actualmente utilizadas para el proceso de mantenimiento, son: WA-82, WA-86, WA60/780, WA61/780; y la *SUVERYOR LLOYD'S REGISTER*, certifica la calidad a los siguientes: ACP 611SS, XL, ZIP 24, ZIP 10T, para sus productos WEST ARCO.

Los materiales de aporte que son suministrado por el proveedor viene especificados por sigla que han desarrollado las sociedades AWS – ASTM, como fueron especificados en la materia prima.

7.1.2. Control en el Proceso de Reparación. Los controles realizados son: se realizan inspecciones visuales, cuando el operario esta soldando, cuando se realiza un cambio de láminas.

Los controles para la entrega de los materiales que fueron sanblasteados y pintados se observa que no tengan corrosión y que la superficie no este corrugada. En la pintura se inspecciona la apariencia: que este homogénea en toda la superficie de las láminas y con un medidor se mide en varias zonas de la embarcación el espesor (no mayor de 3 mils).

7.1.3 Control en el Producto Final. Las inspecciones que se realizan al final del proceso de reparación son: que se hayan realizado todos los cambio de láminas; cuando las soldaduras están terminadas, se realiza una inspección con una homologación de tintas penetrantes a toda la embarcación. Se realiza la inspección de la pintura final (Acabado) si es homogénea y si cumple con los requisitos de espesor.

7.2 CONTROL DE CALIDAD PROPUESTO.

La siguiente propuesta se basa en normas generales de construcción de embarcaciones de las casas clasificadoras *AMERICAN BEUREAU OF SHIPPING*, *SURVEYOR TO LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING*, que regulan los procesos y materiales para la construcción. También se tomó como guía la norma ISO 9000/2000.

El primer paso para el diseño de un sistema de control de calidad es la identificación de los puntos críticos en cada uno de los procesos donde se necesita inspección. La guía para hacer esto es la siguiente:

- Inspección de las materias primas.
- Inspeccionar el producto en proceso.
- inspección del producto terminado.

La figura 54. Muestra los procesos y materiales críticos de control.

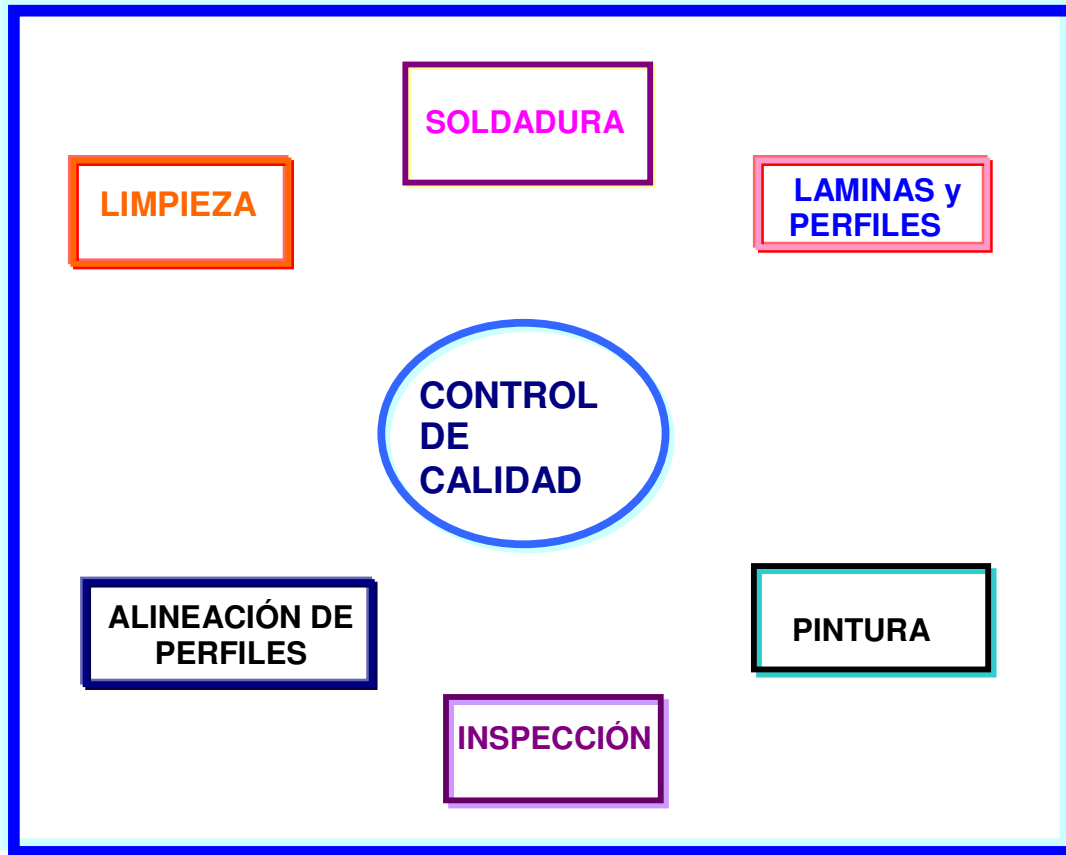


Figura 54. Control de calidad críticos

7.2.1 Materia Prima. El control de calidad en la materia prima se realiza a los productos críticos como son: Láminas, perfiles, arena, pintura e insumos de soldadura.

- **Láminas.** Para la aceptación de las láminas se realiza una inspección del 100%, ya que es un material crítico. Las inspecciones necesarias a realizar son: El

estado de la lámina debe estar libre de oxidos-Corrosión (*Pitting*); se debe realizar una prueba de espesores con Ultrasonido, el eco emitido debe ser no intermitente, que significa que esta libre de laminación. Se verifica la autenticidad del certificado impreso por medio de una casa clasificadora. Debe tener impreso el sello de la siderurgia y número de la colada.

Cuadro 70. Características de calidad de la lámina

ATRIBUTO/VARIABLES	CONTROL
Apariencia	Libre de corrosión Libre de laminación Sello de garantía en buen estado en la lámina Libre de agrietamiento
Dimensiones	No debe exceder 2.0 mm de la longitud (L)especificada. $L \pm 2$ mm
Cantidad	La especificada en la orden de compra
Sonido ultrasónico	Intermitente

La diferencia entre medidas de diagonales de un láminas de acero rectangular será (ver tabla 1):

Tabla 1. tolerancia en la medidas

Hasta 2 metros 2mm

De 2 a 5 metros3mm

De 5 metros en adelante ... 5mm

Para registrar y llevar un control de las láminas, se propone un formato que maneje la historia de las condiciones de las láminas que llegan al astillero (Trazabilidad), con esto se podrá evaluar la calidad del proveedor y se tendrán conocimientos exactos de las condiciones de las láminas por cada proveedor. Ver anexo Q.

■ **Perfiles.** Los perfiles cuando llegan al astillero y sufren imperfecciones en la superficie, puede ser corregido hasta cierto grado sin perder su característica de calidad; estas imperfecciones, pueden ser producidas por cambios abruptos en el entorno, descuido en su manipulación, desgaste por la corrosión, astillas, escamas, etc., y son manipulables hasta donde la degradación no se extienda por debajo de la superficie laminada como lo muestran el cuadro 71.

Cuadro 71. Tolerancias desgaste de perfiles

ESPESOR DEL PERFIL	DEGRADACIÓN
En acero menos de 3/8" (10mm) en espesor	1/32" (1mm)
En acero de 3/8" (10mm) hasta 2" (50mm) de espesor inclusive	1/16" (2mm)
En acero más de 2" (50mm) de espesor	1/8 "(3mm)

Si las imperfecciones exceden el grado de profundidad de acuerdo con lo enunciado anteriormente, la soldadura estará sujeta a las siguientes condiciones:

- El área total de la imperfección no debe exceder el 2% del total del área de la pieza.
- La reducción total del espesor por causa de la remoción de las imperfecciones, no excederá el 30% del espesor nominal en la localización de la imperfección, ni la profundidad de la imperfección antes de la soldadura excederá 1 ¼" (32mm).

■ **Pintura.** La pintura se debe verificar que sea la referencia solicitada, que su estado sea líquido (normal), el color sea el especificado, su inspección es aleatoria. No se requiere de un formato especial para su recepción al astillero.

■ **Insumos de soldadura.** se inspecciona que los electrodos, alambres y fundente estén sellados en sus respectivas bolsas, que no estén quebrados, su color sea normal, que no hayan perdido revestimiento, que no estén húmedos, y que en general cumplan con las normas de calidad de las casas clasificadoras. Se propone un formato para la aceptación de los pedidos de insumos de soldadura. Ver anexo R. El cuadro 72 muestra los atributos y las variables a controlar en los insumos de soldadura.

Cuadro 72. Característica de calidad de los insumos de soldadura

ATRIBUTO/VARIABLES	CONTROL
Apariencia	Libre de humedad Libre de grasa Revestimiento normal Alambre y electrodos sin roturas
Cantidad	La especificada en la orden de compra

7.2.2 Control de Calidad en el Proceso. Es inspeccionar el producto en proceso mientras se este dando, esta operación se debe establecer antes de que se lleven operaciones irreversibles. La determinación precisa de donde se deben realizar las inspecciones es en el diagrama de operaciones o en el cronograma de actividades⁶⁴

■ **Limpieza o *sandblasting*.** La operación de limpieza de láminas se inspecciona de forma visual (atributos), observando que las láminas y perfiles no tengan corrosión en la superficie. El material debe quedar libre de corrosión, grasas y aceites para que la aplicación y adherencia de la pintura quede perfecta.

Cuadro 73. Característica de calidad de la operación de limpieza

⁶⁴ Ver diagrama de operaciones y diagrama Gantt en el capítulo de diseño de proceso.

ATRIBUTO/VARIABLES	CONTROL
Apariencia	Libre de corrosión Libre de grasa y aceites
Espesor	El desgaste de la lámina no deberá exceder 1.5 mm del espesor nominal

Para el control de las características variables es posible que se utilicen las cartas de control, para mantener identificado los resultados de la operación y poder determinar las causas de las posibles variaciones en los espesores. La especificación es $E(\text{espesor de la lámina}) \pm 1.5 \text{ mm}$.

- **Pintura.** Las variables a controlar en el proceso de aplicación de pintura son: la especificación del espesor de cada capa de pintura primer e intermedia es de 3 mils, y de 6 mils de espesor para la capa de pintura *anti-fouling* (acabado); esta medida se realiza por medio de un calibrador de espesores de pintura, cuando la pintura lleva un tiempo de secado de 4 horas y es un dato específico propio del astillero. La inspección cualitativa (por atributo) de acabado de cada clase de pintura se realizará de forma visual.

Las especificaciones para sistemas de pintura de alta protección establecen espesores mínimos de película seca que deben cumplirse si se quiere obtener su máxima eficiencia. La calidad de este proceso es lograr los espesores en el número correcto de manos sin dejar zonas por debajo de la especificación, que

significaría trabajo adicional y riesgos de fallas costosas.

Los inspectores tomarán varias lecturas en una zona determinada, con un medidor de espesores y harán el promedio hasta obtener un valor representativo. El número de lecturas o el porcentajes de ellas que se permitirá por debajo de especificación en una tolerancia de 0.1 mils para cualquiera de las capas de pintura.

Cuadro 74. Características de calidad en la operación pintura

ATRIBUTO/VARIABLES		CONTROL
Apariencia		Color uniforme Color específico de cada tipo de pintura
Espesor	Primer	3 mils \pm 0.1mils
	Intermedio	3 mils \pm 0.1mils
	Acabado	6 mils \pm 0.1mils

Para el registro de los valores obtenidos de las inspecciones de cada tipo de pintura se propone el formato del anexo S que determinará la aceptación o rechazo del espesor de acuerdo a lo registrado en el cuadro anterior. Si no cumple con los parámetros anteriores se puede determinar las causas asignables o especiales que pueden estar afectando el proceso. La figura 55 representa los factores críticos a inspeccionar y ajustar para el proceso de pintura de los materiales y del producto final.

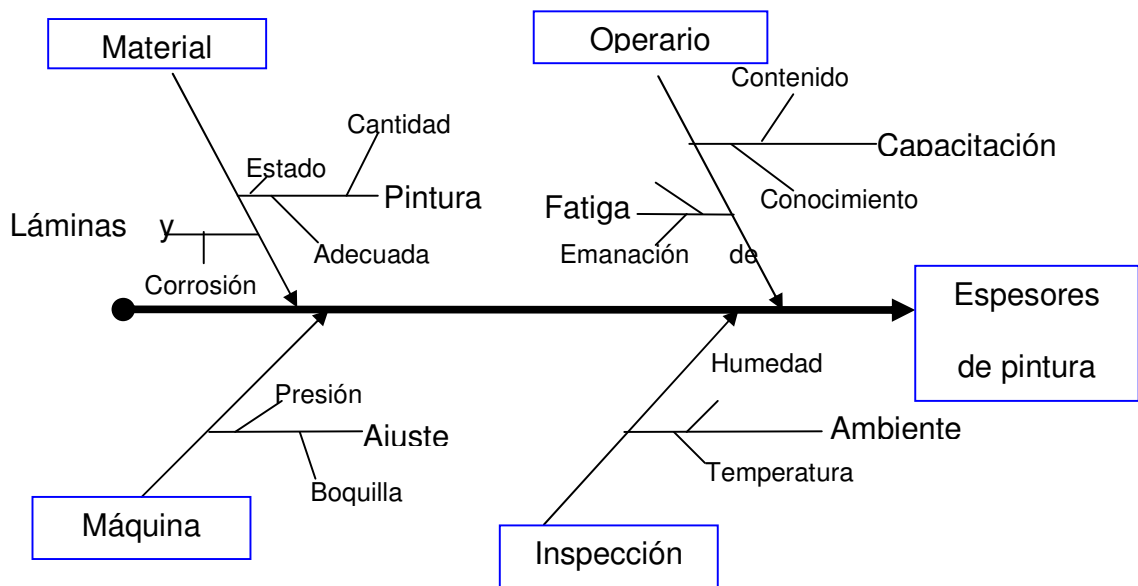


Figura 55. Diagrama causa –efecto para los defectos de pintura.

■ **Calidad en el Corte.** Antes de proceder al corte de las planchas se somete a un examen visual para comprobar el estado de su superficie. Los defectos que se pueden observar, por mal manejo de estas dentro del astillero, son las picaduras o lascas.

Las picaduras con una profundidad inferior a 0.1mm no requieren ser separadas. Para picaduras mayores de 0.5 mm y que afectan a más del 25% de la superficie de la lámina se reparará con piedra esmeril si la profundidad es menor a $0.06e$, siendo e el espesor de la lámina. Cuando la profundidad sea mayor habrá que reparar la lámina con soldadura y posteriormente esmerilada.

Un defecto que puede aparecer durante el corte es la laminación. Si esto sucede se hace una inspección de ultrasonido para determinar la extensión de la laminación. Si esta es local y pequeña se puede resanar y soldar.

En cuanto al corte propiamente dicho es necesario controlar dos aspectos: las dimensiones de las piezas y la calidad de los cortes.

Para las piezas de las estructuras se acepta 2 mm de tolerancia en el corte con respecto a las dimensiones correctas.

La rectitud de los bordes de láminas para soldadura automática debe ser de 0.3 mm, para soldadura manual 2 mm y para soldadura semiautomática de 1 mm.

Los puntos críticos a controlar se resume en el cuadro 75.

Cuadro 75. Características de calidad en la operación corte

ATRIBUTO/VARIABLES		CONTROL
Apariencia	Acabado	Acabado de los bordes lisos Sin laminación
	Pintura	Pintura intacta
	Picaduras	Sin picaduras o lascas Profundidad (P) $0.1\text{mm} < P < 0.5\text{ mm}$
Dimensiones	Láminas	Tolerancia 2 mm
	Perfiles	Tolerancia 0.5 mm

La figura 56 muestra los puntos críticos a inspeccionar y ajustar para la operación

de corte.

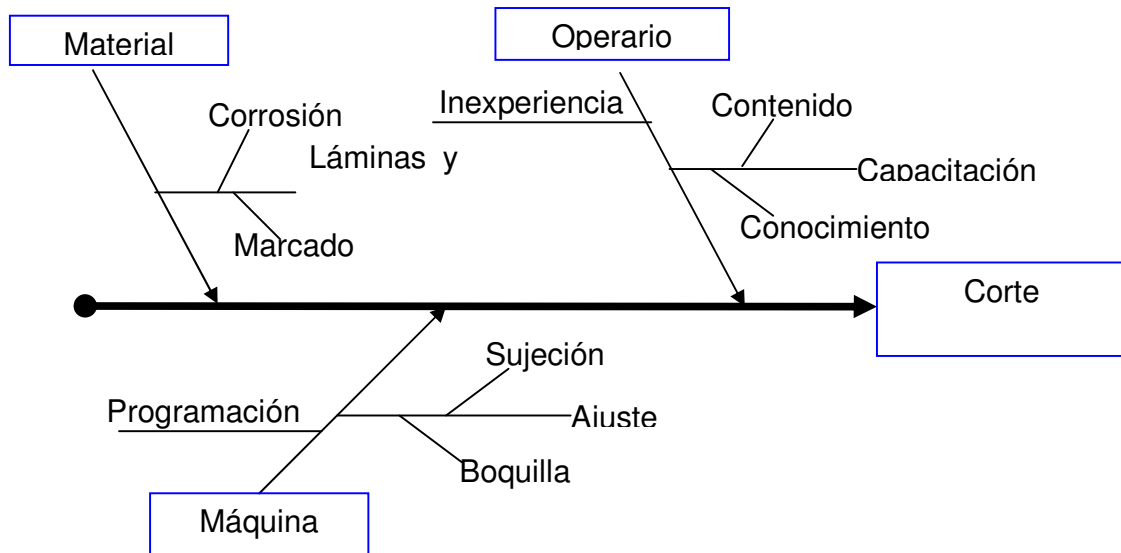


Figura 56. Diagrama causa- efecto para cortes imperfectos.

- **Rolado.** Las tolerancias en el rolado son:

Planchas curvas: Holgura entre plantilla y lámina entre 0 y 2mm

Perfiles Curvos: Holgura entre plantilla y perfil entre 0 y 2 mm

- **Calidad de la Soldadura.** Las soldaduras de “calidad” pueden clasificarse

como buenas y muy buenas. Las buenas soldaduras son las que cumplen con los requisitos de aspecto (calidades) y que a la vez se comportan de acuerdo con lo previsto hasta que son retiradas del servicio por decisión del usuario. Las soldaduras muy buenas son las efectuadas bajo condiciones de intenso control de calidad y para las cuales la única diferencia es el aumento del costo de producción.

La soldadura es de muy buen calidad cuando:

- Se cumple con el procedimiento exacto de aplicación y con el equipo de soldadura adecuado.
- El soldador es establecido por el código de Soldadura Estructural de la AWS (*Structural Welding Code*).
- Se crea un departamento de ingeniería de manufactura que pueda llevar las inspecciones de las soldaduras realizadas.

Para conseguir una calidad muy buena en la soldadura, se prepara una hoja de procedimiento de aplicación (ver anexo R). Si después de probar un cierto número de soldaduras se encuentra que estas tienen características de desempeño en exceso de las normales, debe modificarse el procedimiento de aplicación y hasta el mismo diseño de la junta.

Los principales procedimientos de inspección para el proceso de soldadura son los siguientes:

- **Inspección Visual.** Este es el método más fácil de aplicar, frecuentemente usado, rápido, y de un costo relativamente bajo, porque proporciona información muy importante en relación con el cumplimiento general de la unión soldada con el requerimiento de la especificación. La inspección visual se realiza antes de aplicar la soldadura, durante la labor de aplicación y después de haberla terminado.

Para la inspección se debe revisar el material por soldar en busca de defectos tales como escamas, costuras, laminaciones en placa y dimensiones de la placa. Después de ensamblar las partes que han de soldarse, se inspecciona para notar si hay abertura de raíz incorrectas, preparación inadecuada de los bordes.

Durante de la aplicación de la soldadura el inspector de calidad comprueba que se este cumpliendo con todo los requerimientos de la hoja de procedimientos, es decir, número de pases correspondiente, que sea la soldadura asignada en el plano para la sección que se va a soldar la corriente de la soldadura, rapidez de avance. Después de haber terminado la soldadura, el inspector verifica generalmente el conjunto soldado en busca de datos tales como:

- Exactitud dimensional del conjunto con respecto a los espesores de las laminas.

- Que exista conformidad con los requerimientos especificados en el plano.
- La presencia de cráteres vacíos, picada, socavamientos, traslapes y grietas.
- Se verifica el tamaño y el contorno de los cordones de soldadura con un calibrador de soldadura dependiendo del tipo de junta. Este calibrador se usa solo para cordones de filete. Con el calibrador se determina si el tamaño está o no dentro de los límites permitidos si hay concavidad o convexidad excesivas. Tal calibrador se hace para usarse en uniones entre superficies que sean perpendiculares o casi perpendiculares. Este procedimiento comúnmente se realiza de forma aleatoria en el astillero, es decir, se escoge un tipo de soldadura que se está realizando y se le hace este tipo de prueba. Además el operario también participa en esta actividad cuando está cumpliendo con la hoja de procedimiento e inspecciona su trabajo.

El cuadro 76 muestra los atributos y variables a controlar en la aplicación de la soldadura.

Cuadro 76. Inspección visual de la soldadura

ATRIBUTO/VARIABLES		CONTROL
Antes	Apariencia	Sin escamas o costuras Sin laminación Aberturas de raíz Preparación adecuada de bordes
Durante	Hoja de procedimientos	Número correspondiente de pases Soldadura asignada Rapidez de avance
Después	Apariencia	Presencia de vacíos, grietas. Contorno y tamaño de los cordones de soldadura

Inspección Radiográfica. La inspección radiográfica es la demás éxito y la más confiable para la prueba no destructiva de soldadura. No obstante, como la mayoría de las herramientas tiene ciertas limitaciones y su aplicación e interpretación correcta requieren un conocimiento técnicos del método, una concepción razonable del tipo de defectos descubiertos y un conocimiento de la relación que hay entre los defectos y especificación aplicable.

Este método de prueba aprovecha la posibilidad que ofrecen las radiaciones de onda corta, como los rayos X y los gamas, que penetran a través de objetos opacos a la luz ordinaria en general a menor longitud de ondas corresponde a mayor poder de penetración. No toda la radiación penetra a través de la soldadura; parte de ella es absorbida. Si hay una cavidad, como por ejemplo un poro de escape de gases en el interior de la soldadura, el haz de radiación tendrá menos metal que traspasar que en una soldadura sana. Consecuentemente,

habrá una variación, que si se mide o registra en una película se exhibe la radiación, dará una imagen que indicará la presencia del defecto. La imagen es una sombra de rayos X del defecto interno y tal fotografía de la sombra se llama radiografía. Una buena radiografía es aquella que fielmente grabe la imagen de los rayos X de manera que permiten establecer la presencia o ausencia de un defecto en la soldadura, y si la hay definir claramente su tamaño forma y ubicación.

Para reducir la probabilidad de la mala interpretación de las radiografías por falta de claridad y contraste, se usa un calibrador conocido como Penómetro, al lado de la soldadura presentada y alejado de la película. El penómetro especificado por el Código de Calderas y Recipientes sujetos a Presión, de la ASME, esta formado por una cinta delgada del metal con las mismas características de absorción que el metal de soldadura, de la soldadura. Cuando se va a radiografiar una soldadura, se selecciona un penómetro de espesor igual o menor del 2% del espesor de la soldadura, y se coloca a lo largo de la soldadura que se va a radiografiar⁶⁵.

⁶⁵ HORWITZ Henry. SOLDADURA. Aplicaciones y practicas.

La figura 57 muestra los puntos críticos a controlar para el proceso de soldadura.

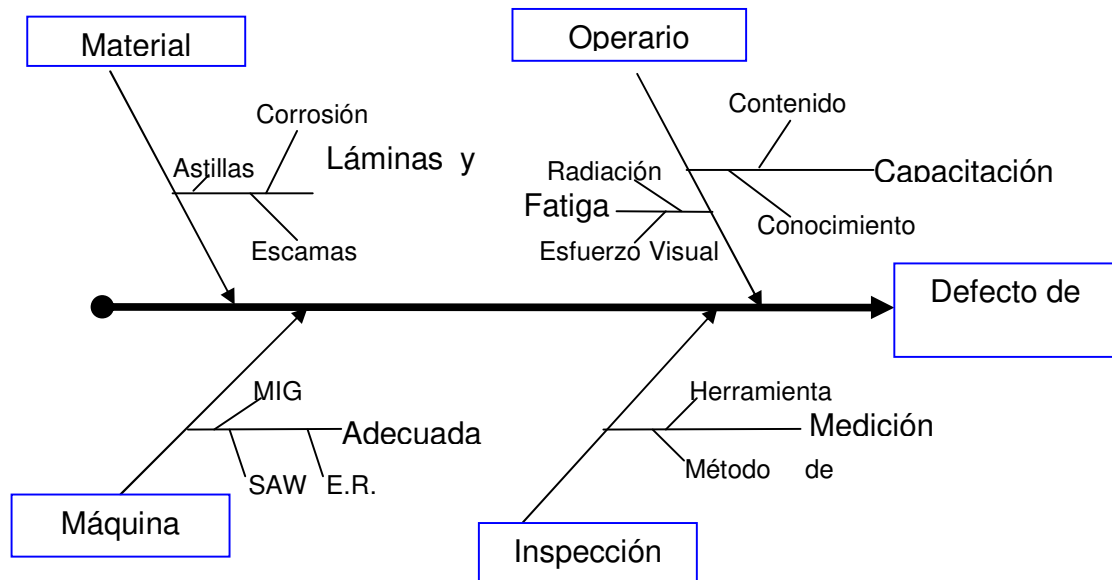


Figura 57. Diagrama causa- efecto para defectos de soldadura.

Estas clases de ensayo puede ser realizado por subcontratación a empresas como END Ltda. y Control de soldadura Ltda., que se dedican a hacer pruebas destructivas y no destructivas a metales, soldadura, plástico etc., para empresas que manipule o trabaje con estos elementos.

- **Alineación de perfiles y láminas.** Este proceso es fundamental al momento de ensamblar dos elementos o piezas, ya que deben tener una medida exacta para garantizar el proceso de soldadura y la solidez de las estructuras.

Para la alineación de las estructuras la podemos ver en los anexos de las especificaciones de la barcaza. El procedimiento crítico para que no ocurra una desalineada de láminas y perfiles es tomar datos estadísticos de las dimensiones de las láminas y perfiles después de los respectivos cortes para poder tomar control en estos procesos y sacar cortes perfectos; esto sustenta el uso de la alta tecnología de corte con plasma tanto automática como manual, que brinda cortes altamente definidos y precisos, la cual permite el ahorro de tiempo en esta operación, la eliminación de controles constantes de los inspectores de calidad y la reducción de riesgo de realizar un segundo corte a el material.

Aunque en la aplicación de la soldadura el material puede sufrir una expansión y es lo que comúnmente sucede, se hace necesario dejar pestañas al material y cortarlo cuando este punteado sobre la estructura, para corregir esta operación que retarda el tiempo de producción es recomendable buscar una tolerancia en el momento de corte del material que no perjudique la operación de soldadura que se le aplicará.

7.2.3 Inspección al Producto Final. Este es el punto de inspección crítico, se realiza para observar los defectos que pueda tener el producto y utilizarlos para la retroalimentación al personal de tal manera que se determine las causas fundamentales para su corrección.

Para la construcción y reparación de embarcaciones es función de una casa clasificadora la cual este al servicio y le corresponda este tipo de actividad, enviar un inspector de calidad para verificar la conformidad del producto con las normas estándares que ellas manejan y puedan dar autorización para la puesta a flote de la barcaza.

La inspección final que se lleva a cabo es la verificación de la alineación de la embarcación con equipo de topografía, para la evaluación de las deflexiones por fallas en la estructura esto con el fin de garantizar su flotabilidad.

Los ensayos del astillero son siempre realizados por este para localizar y resolver problemas antes de la botadura oficial al mar. Los siguientes es una lista típica de los ensayos de mar hechos por los astilleros.

- Salida del astillero: para verificar la flotabilidad y estabilidad de las barcazas, por lo general se realizan a todas las barcazas ya que el almacén de este producto se establece en el muelle.

- Navegar halado con remolcador: Esto en caso de que la empresa tenga a su disposición de un remolcador para realizar pruebas de maniobra en el muelle y a mar abierto. Esto por lo general se realiza una hora de ensayo lo cual nos puede determinar si presenta perforaciones o defectos de estanqueidad en su estructura (si es posible).

8. EVALUACION ECONOMICA

Cuadro 77. Inversión en maquinaria⁶⁵

MAQUINARIA	CANTIDAD	VALOR EN PESOS (\$) ⁶⁶
Compresor	2	750.000.000
Equipo de sandblasting	4	300.000.000
Equipo de pintura	2	75.000.000
Roladora	1	64.000.000
Máquina de corte con plasma automática	1	118.055.000
Máquina de corte con plasma manual	1	10.000.000
Equipo de soldadura SAW	2	20.000.000
Equipo de soldadura MIG	2	11.195.000
Equipo de soldadura Electrodo revestido	2	126.000.000
Guinche	1	1.112.500
Puente grúa (10 ton)	1	73.460.000
Montacargas (2.5 ton)	1	77.805.000
Puente grúa (12 ton)	1	162.415.000
Grúa basculante (100ton)	1	320.000.000

⁶⁵ Algunos precios cotizados son de maquinaria de segunda

⁶⁶ Los valores de algunas maquinaria fue consultado en las páginas de internet: www.masActivos.com , su valor de dólares fue convertido a pesos, con un precio de \$2500.

Estado de costos de una barcaza

Materia Prima ⁶⁷	Valor (\$)
Acero (láminas y perfiles)	277.100.000
Total.....	277.100.000
<u>Mano de Obra⁶⁸</u>	
Soldador	19.110.000
Pailero	11.375.000
Ayudante	4.550.000
Ayudaste avanzado	6.300.000
Total.....	41.335.000
Gastos Generales de fabricación	
Mano de obra indirecta	1.500.000
Insumo de soldadura	14.014.000
Arena	4.884.000
Pintura	6.265.365
Total	26.663.365
TOTAL COSTO BARCAZA TIPO TINA	<u>345.098.365</u>

PRECIO DE VENTA

Costo de venta 345.098.365

⁶⁷ Los precios fueron cotizados con los principales proveedores de esta factoría. Ver anexo S

⁶⁸ Fuente cotizada en Astivik S.A. se realizó una estimación a partir de los datos actuales y adaptado a la nueva capacidad. El valor tiene incluido prestaciones.

(+) Administración	24.156.885
(+) Imprevistos	17.254.918
(+) Utilidad	51.764.754
TOTAL	\$ <u>438.274.922</u>

TOTAL MAS IVA (14%) \$ 499.633.411

Costo del terreno. El costo del terreno por metro cuadrado en la zona de Mamonal y con playa es de \$130.000 m² .

El astillero actualmente cuenta con un área de 16.000 m² , para el nuevo proyecto requeriría una adecuación de 34.896 m² , que tendría un costo aproximado de 2.456.480.000 millones de pesos.

CRITERIOS DECISORIOS DE INVERSIÓN

Las anualidades del flujo de caja son los ingresos anuales por las ventas de 15 barcas por año, que se aumenta un 12% de la inflación sobre el precio de venta (IPP), menos los egresos que aumentan a un 9% (IPC)

La inversión inicial corresponde al valor de la adquisición de la maquinaria, terreno y equipo que se empleará para la manufactura de las barcas.

Para mostrar la factibilidad del proyecto evaluamos, la inversión con la tasa interna de retorno (TIR), el valor presente neto del proyecto y la recuperación del capital.

Flujo de caja libre

Ingresos operativos

- Egresos operativos

= UTILIDAD OPERATIVA

+ Depreciaciones

= FLUJO DE CAJA BRUTO

En el cuadro 78 muestra los flujos de caja para los 10 primeros años del proyecto.

Cuadro 78. Flujos de caja proyectado (pesos)

	Ingresos	Egresos	U. Operacional	Depreciación	F. C. Bruto
Año 1	6.574.123.830	5.179.475.475	1.394.648.355	139.464.836	1.534.113.191
Año 2	7.363.018.690	5.645.628.268	1.717.390.422	171.739.042	1.889.129.464

Año 3	8.246.580.932	6.153.734.812	2.092.846.121	209.284.612	2.302.130.733
Año 4	9.236.170.644	6.707.570.945	2.528.599.699	252.859.970	2.781.459.669
Año 5	10.344.511.122	7.311.252.330	3.033.258.792	303.325.879	3.336.584.671
Año 6	11.585.852.456	7.969.265.040	3.616.587.416	361.658.742	3.978.246.158
Año 7	12.976.154.751	8.686.498.893	4.289.655.858	428.965.586	4.718.621.443
Año 8	14.533.293.321	9.468.283.794	5.065.009.527	506.500.953	5.571.510.480
Año 9	16.277.288.519	10.320.429.335	5.956.859.184	595.685.918	6.552.545.103
Año 10	18.230.563.142	11.249.267.975	6.981.295.167	698.129.517	7.679.424.683

■ **Valor presente neto (VPN).** La tasa de interés (costo de capital) aplicada es de 14.17% anual vencido⁶⁹.

El periodo (n) estimado es de 10 años.

El valor total de la inversión en maquinaria y terreno es de \$ 4.585.522.000 millones de pesos.

El diagrama de flujo muestra la representación de la inversión inicial en el año 2005, las ventas anuales de 15 barcas a lo largo de los 10 años. (Ver figura 58).

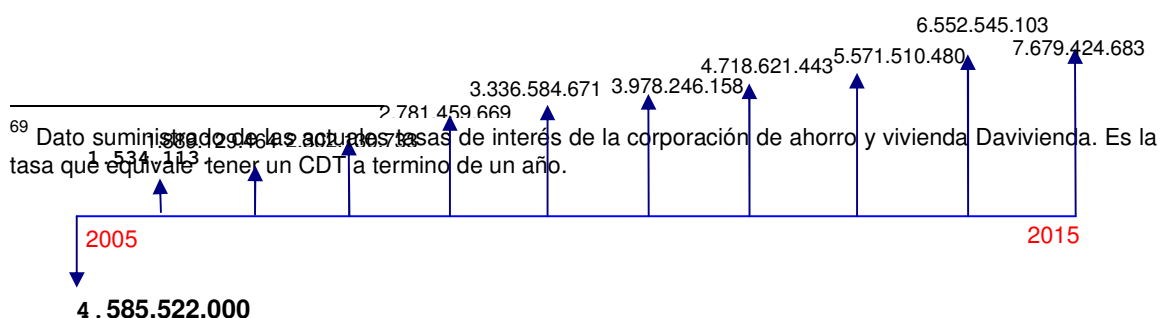


Figura 58. Diagrama de tiempo.

Para el efecto de hallar el valor presente de la inversión aplicamos la formula de equivalencia para traer las utilidades a un valor presente neto⁷⁰ como sigue:

$$P = F / (1+i)^n \quad (1)$$

$$P = F (P/F, 14.17, 10)$$

Donde,

P: valor presente neto

F: valor futuro

i: tasa mínima de retorno (anual)

n: Tiempo del proyecto (años)

entonces, hallamos el valor presente de cada flujo de caja en el año 2002. de aquí tenemos que:

$$P = 28.795.154.176 - 4.585.522.000$$

⁷⁰ Varela, Rodrigo. Evaluación Económica de inversiones. Pág.51

$P = 24.209.632.176$ pesos

Para el 2002 los ingresos por la venta de 15 barcazas anuales durante un periodo de 10 años cubren la inversión inicial de \$ 4.585.522.000 y el interés de 14.17% anual sobre la inversión no amortizada.

■ Tasa Interna de Retorno (TIR).

A continuación se indica el proceso para hallar el valor de la tasa interna de retorno.

Valor presente de los egresos = Valor presente de los ingresos

Llevamos todos los valores presentes a un futuro en el año 2012, para luego hallar la tasa de retorno mínima llevando este futuro a un presente.

$$F = P (1+i)^n \quad (2)$$

El valor futuro en el año 2015 de todos los flujos de caja es:

$$F_{2015} = 74.822.038.254$$

Entonces,

$$I = F (P/ F, i, 10)$$

$$4.585.522.000 = 74.822.038.254 / (1 + i)^{10}$$

Calculando el valor de i , tenemos

$$i = 42.0\%$$

Los ingresos del proyecto son suficientes para generar un retorno del 42.0% anual sobre el capital no amortizado.

Los ingresos del proyecto son suficientes para recuperar la inversión del año 2005

■ **Vida de servicio (n).**

La vida de servicio es el tiempo en el cual el astillero podrá recuperar su capital de inversión a una tasa de 14.17% anual.

De la ecuación 1 despejamos el valor de n .

$$I = F (P/ F, 14.17, n)$$

$$n = 20.5 \text{ años}$$

Al cabo de 20.5 años astilleros Astivik S.A. habrá recuperado los \$ 4.585.522.000 y logrado rendimiento del 14.17% anual sobre la inversión no amortizable.