

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ (UMH)

Facultad de Medicina



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

**RELACIÓN ENTRE ORDEN, LIMPIEZA Y
PRODUCTIVIDAD DE LA ACTIVIDAD LABORAL
EN UN ASTILLERO**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

MÁSTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

Autor: Pablo Pujalte Salmerón

Director: Antonio Cardona Llorens

Curso Académico: 2021/2022



INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. Antonio Francisco Javier Cardona Llorens, tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado *'RELACIÓN ENTRE ORDEN, LIMPIEZA Y PRODUCTIVIDAD DE LA ACTIVIDAD LABORAL EN UN ASTILLERO'* y realizado por la estudiante Pablo Pujalte Salmerón.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 2 de junio de 2022

CARDONA
LLORENS ANTONIO
FRANCISCO JAVIER
- 19825459B

Firmado digitalmente por
CARDONA LLORENS ANTONIO
FRANCISCO JAVIER - 19825459B
Fecha: 2022.06.02 14:06:56
+02'00'

Fdo.: Antonio Francisco Javier Cardona Llorens
Tutor TFM



*“Viajar a tus recuerdos
es buscar pelea”.*

Manuel González (Toteking)



AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, me gustaría agradecer a D. Antonio Cardona Llorens por dirigir este proyecto y a D. Guillermo Parra Galant, por su profesionalidad y por toda la ayuda que me ha prestado desde el inicio hasta el final. Espero que el trabajo esté a la altura, hay muchas horas y esfuerzos invertidos en él.

A mi familia, por vuestra confianza, en un año tan complicado a nivel personal. A mis padres, Antonio y Anto por su ternura y su sacrificio. A mi hermano, Jorge, por su apoyo incondicional. A Kora y Nala, por vuestro infinito cariño, un pequeño trozo de cada uno de vosotros está en este proyecto.

A mis amigos, mi otra familia, en especial a Jorge, Álvaro, Pablo Vicente, Carlos y Perico, por estar en todo momento a mi lado. Por el simple hecho de llevar tantos años juntos y seguir siendo amigos, nos vemos en los bares.





RESUMEN

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster es analizar la relación que hay entre la productividad, la salud y trabajo, en concreto en un astillero, donde aparecen una gran selección de riesgos que pueden provocar múltiples accidentes y enfermedades, más si cabe que en cualquier otro centro de trabajo.

Cualquier astillero, tiene la particularidad que presenta distintas actividades simultáneas, como actividades de soldadura, corte, montaje, ultrasonidos, etc. y distintos horarios de trabajo (por lo general se trabaja a tres turnos) y aforos muy diversos, que van desde zonas amplias de trabajo como puede ser un taller de fabricación a espacios confinados como un tanque de aguas grises. Por lo que, dependiendo del trabajo desarrollado, se utilizan simultáneamente zonas de trabajo o un trabajo debe empezar al finalizar el anterior, se generan residuos, desperdicios, etc.

En resumen, lo que se busca con este estudio es conocer los distintos riesgos y la importancia de mantener limpia y ordenada la zona de trabajo, ya que, sólo conociendo de forma clara los mismos, cualquier trabajador es capaz de ejercer su trabajo de forma eficaz y segura, evitando así posibles escenarios que pueden desembocar en accidentes de trabajo y enfermedades profesionales sin olvidar la productividad de la actividad.

Palabras clave: Productividad, Astillero, Riesgos, orden, limpieza.

ABSTRACT

The main objective of this Master Degree Final Project is to analyse the relationship between productivity, health and work, specifically in a shipyard, where there is a wide range of risks that can cause multiple accidents and illnesses, more so than in any other workplace.

Any shipyard has the particularity of having different simultaneous activities, such as welding, cutting, assembly, ultrasound, etc. and different working hours (usually working three shifts) and very different capacities, ranging from large work areas such as a fabrication workshop to confined spaces such as a grey water tank. Therefore, depending on the work carried out, work areas are used simultaneously or one job has to start at the end of the previous one, waste is generated, waste is generated, etc.

In summary, the aim of this study is to learn about the different risks and the importance of keeping the work area clean and tidy, since only with a clear knowledge of these risks is any worker able to carry out their work efficiently and safely, thus avoiding possible scenarios that could lead to accidents at work and occupational illnesses, without forgetting the productivity of the activity.

Keywords: Productivity, Shipyard, Risks, Tidiness, Cleanliness

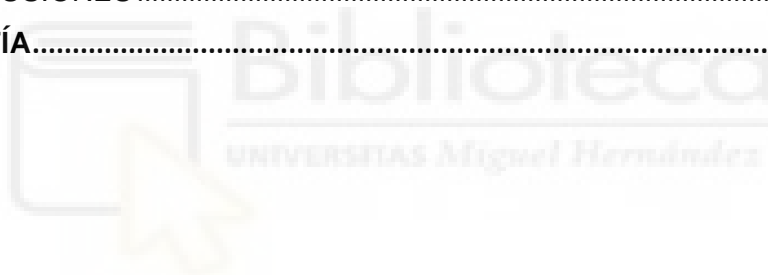


Contenido

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN	13
1.1 MOTIVACIÓN DEL TRABAJO	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.3 ALCANCE DEL TRABAJO.....	14
CAPÍTULO 2. ASTILLEROS	16
2.1 CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN	16
2.2 ESTRUCTURA DE UN ASTILLERO	17
2.3 HORARIOS DE TRABAJO	21
2.4 GREMIOS EN UN ASTILLERO	22
2.4.1 Soldador.....	23
2.4.2 Inspector de Construcciones Soldadas (ICS)	27
2.4.3 Almacenero/Pañolero	29
2.4.4 Caldereros y montadores	29
2.4.5 Tuberos	30
2.4.6 Mecánicos.....	31
2.5 FASES EN LA CONSTRUCCIÓN	32
2.5.1 Proyecto	32
2.5.2 Ejecución	32
2.5.3 Botadura.....	35
2.5.4 Armamento	35
2.6 REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN.....	36
2.4.1 Varamiento	37
2.4.2 Limpieza de cascos y cubiertas	37
2.4.3 Chorreado y pintado.....	38
2.4.4 Protección catódica	39
2.4.3 Limpieza de tanques	40
2.7 NORMAS DE CONDUCTA.....	40
2.8 RIESGOS COMUNES	49
2.8.1 Diferenciación de riesgos para la salud	52
2.8.2 Enfermedades Profesionales.....	53
2.8.3 Medidas preventivas	54
CAPÍTULO 3. RIESGOS GENERALES	56
3.1 CAÍDAS A DISTINTO NIVEL	56
3.2 CAÍDAS AL MISMO NIVEL	57

3.3 CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES	58
3.4 GOLPES Y ATRAPAMIENTOS POR OBJETOS Y HERRAMIENTAS.....	59
3.5 SOBRESFUERZOS.....	60
3.6 ACCIDENTES EN OJOS.....	60
3.7 INCENDIOS Y EXPLOSIONES.....	61
3.8 RIESGOS ELÉCTRICOS	63
3.9 RUIDO	64
3.10 ATMÓSFERA Y MEDIO AMBIENTE.....	65
3.11 NORMAS BÁSICAS GENERALES	66
3.12 RIESGOS POR GREMIO.....	68
3.12.1 Soldador.....	69
3.12.2 Inspector de Construcciones Soldadas	69
3.12.3 Almacenero/pañolero.....	70
3.12.4 Calderero.....	70
3.12.5 Tubero.....	71
3.12.6 Mecánico	72
3.13 EPIS MÁS COMUNES POR GREMIO	73
3.13.1 Soldador.....	73
3.13.2 Inspector de construcciones soldadas.....	73
3.13.3 Almacenero/pañolero.....	74
3.13.4 Calderero.....	75
3.13.5 Tubero.....	75
3.13.6 Mecánico	75
CAPÍTULO 4. ACTUACIÓN ANTE EMERGENCIAS	77
4.1 CONOCIMIENTO DEL MEDIO.....	77
4.2 EJEMPLOS DE SEÑALIZACIÓN.....	77
4.3 CLASIFICACIÓN DE EMERGENCIAS	78
4.3.1 Conato de Emergencia	78
4.3.2 Emergencia Parcial	78
4.3.2 Emergencia General	78
4.4 DETECCIÓN Y ALARMA	78
4.5 ACTUACIÓN ANTE UN CONATO DE EMERGENCIA	79
4.6 EMERGENCIA PARCIAL O GENERAL.....	79
4.7 EVACUACIÓN.....	80
CAPÍTULO 5. LEAN MANUFACTURING.....	82
5.1 INTRODUCCIÓN.....	82

5.2 CONCEPTOS GENERALES APLICADOS A UN ASTILLERO.....	82
5.3 ORÍGENES Y ANTECEDENTES.....	83
5.4 ESTRUCTURA DEL LEAN MANUFACTURING	85
5.5 PRINCIPIOS DEL LEAN MANUFACTURING.....	86
5.6 OPORTUNIDADES DE MEJORA EN UN ASTILLERO	87
5.6.1 Factor humano.....	87
5.6.2 Organización	88
5.6.3 Gestión de almacenes y pañoles de consumibles	88
5.6.4 Estandarización.....	88
5.6.5 Control de resultados	89
5.7 TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING	89
5.8 METODOLOGÍA 5S	90
5.8 BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN LEAN MANUFACTURING	93
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES.....	97
6.1 INTRODUCCIÓN.....	97
6.2 CONCLUSIONES	97
BIBLIOGRAFÍA.....	101



Índice de Figuras

Figura 1. Reparación de un cable submarino [3]	16
Figura 2. Estructura de un astillero [6]	21
Figura 3. Electrodo revestido [7].....	23
Figura 4. MIG-MAG [8].....	24
Figura 5. Soldadura por arco sumergido [9]	25
Figura 6. Electrodo de tungsteno [10].....	25
Figura 7. Soldadura de arco de plasma [11].....	27
Figura 8. Estructura de un submarino [13]	33
Figura 9. Tratamientos térmicos – Temple [14].....	33
Figura 10. Corte con radial [16]	34
Figura 11. Ensamblaje del Submarino S81P [18]	35
Figura 12. Botadura Submarino S81P Isaac Peral [19].....	35
Figura 13. Armamento del submarino ruso K-329 [20]	35
Figura 14. Reparación Submarino ARA [21].....	36
Figura 15. Cavitación [24]	38
Figura 16. Pintado del BAM Furor [25]	39
Figura 17. Protección catódica [26]	39
Figura 18. Limpieza tanque de aceite [27].....	40
Figura 19. Señalización de EPIS obligatorios [28]	40
Figura 20. Prohibición de bebidas alcohólicas y drogas [30]	41
Figura 21. Prohibido el paso [31]	42
Figura 22. Limitación velocidad en astillero [32]	42
Figura 23. Salida de emergencia [33].....	43
Figura 24. Manejo de equipos [34]	44
Figura 25. Productos químicos [35]	44
Figura 26. Orden y limpieza [36].....	46
Figura 27. Materiales sobrantes y residuos [37].....	48
Figura 28. Equipos contra incendios [38].....	49
Figura 29. Caídas [40].....	50
Figura 30. Caída de objetos [41]	50
Figura 31. Riesgo por fuego [42].....	50
Figura 32. Sobre esfuerzos [43]	51
Figura 33. Golpes [44].....	51
Figura 34. Proyección de partículas [45].....	52
Figura 35. Atrapamiento [49].....	59
Figura 36. Obligatorio uso de gafas [50]	61
Figura 37. Incendio en astillero de Pontevedra [52].....	62
Figura 38. Riesgos eléctricos [53].....	63
Figura 39. Ruido [55].....	64
Figura 40. Protección acústica [56].....	65
Figura 41. Equipo de respiración autónomo [57]	66
Figura 42. Obligaciones [58].....	77
Figura 43. Peligros [59]	77
Figura 44. Flujograma de evacuación	81
Figura 45. Estudio de Aberdeen Group [65]	83

Figura 46. Casa del Sistema de Producción Toyota [71]	85
Figura 47. Identificación de materiales [75]	91



CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

1.1 MOTIVACIÓN DEL TRABAJO

La salud y el trabajo están fuertemente relacionados. Para trabajar en unas condiciones idóneas necesitamos satisfacer nuestras necesidades, pero el trabajo puede influir de forma negativa en cualquier trabajador ya sea en forma de accidentes y/o enfermedades profesionales.

En el caso de estudio, un astillero, aparece una amplia selección de riesgos los cuales tienen que ser tenidos en cuenta ya que pueden provocar accidentes y enfermedades. A diferencia de otros centros de trabajo, nos encontramos con la particularidad de que, en un astillero, se pueden presentar riesgos de distintas índoles, teniendo su origen en múltiples situaciones en el caso de que no existan unas condiciones mínimas de limpieza y orden que hacen que el trabajo se pueda desarrollar de forma segura.

Atendiendo al *Artículo 24* de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales [1] “El empresario titular del centro de trabajo adoptará las medidas necesarias para que aquellos otros empresarios que desarrollen actividades en su centro de trabajo reciban la información y las instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y con las medidas de protección y prevención correspondientes, así como sobre las medidas de emergencia a aplicar, para su traslado a sus respectivos trabajadores.”

Por tanto, los empresarios que realicen actividades en cualquier astillero recibirán información e instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos que pueden presentarse.

En resumen, sólo conociendo de forma clara y concisa los riesgos existentes en un astillero los trabajadores estarán en condiciones de ejercer su trabajo de forma eficaz para evitar que los posibles riesgos a los que se exponen se traduzcan en accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

Conociendo los riesgos que se explicarán en el Capítulo 3 se conseguirá analizar la posible influencia negativa que puede ejercer sobre el propio trabajador o sobre otras personas de su entorno, proporcionando una mejora de las condiciones de trabajo y una reducción de los accidentes y enfermedades en cualquier astillero.

1.2 OBJETIVOS

El principal objetivo de este Trabajo Fin de Máster es integrar la limpieza y el orden dentro de la política de producción de un astillero, de manera que se pueden evitar o limitar los posibles riesgos derivados de la actividad laboral.

Los riesgos más habituales en un astillero son las caídas a distinto/mismo nivel, choque contra objetos inmóviles, golpes y atrapamientos por objetos y herramientas, accidentes en ojos, sobreesfuerzos, etc.

Por otro lado, los riesgos naturales o intencionados los englobamos en incendios, explosiones y las emisiones al medio ambiente de trabajos de humos, gases y partículas de cualquier proceso productivo.

Un astillero, tiene la particularidad con otros centros de trabajo que presenta distintas actividades simultáneas, distintos horarios de trabajo y aforos variables dependiendo del trabajo desarrollado, por tanto, es necesario que se recurra a medidas encaminadas a la evacuación inmediata en caso de que sea necesario.

A la hora de elaborar evaluar los posibles riesgos nos tendremos que hacer una serie de preguntas ¿Qué se hace? ¿Quién lo hace? ¿Cómo? ¿Cuándo? ¿Dónde se hace?, y de manera general se describirá brevemente la actuación ante emergencias para comprobar que el personal acreditado está capacitado para el correcto funcionamiento en caso de que la evacuación sea necesaria.

1.3 ALCANCE DEL TRABAJO

La construcción y reparación de buques en un astillero son operaciones peligrosas desde el punto de vista de la seguridad y salud. Dichos trabajos emiten vapores explosivos o tóxicos, líquidos inflamables, pintura y disolventes de limpieza en áreas cerradas, peligros eléctricos por soldadura o equipos eléctricos en ambiente húmedo, levantamiento y transporte de todo tipo de cargas, trabajo en andamios, áreas con ventilación o iluminación inadecuada, transferencia de líquidos a bordo, trabajos de rayos X, peligros de deslizamiento y desplazamiento, etc. Todas estas consecuencias crean un ambiente peligroso donde el riesgo potencial está continuamente presente para cualquier operario, más si cabe cuando la zona de trabajo no se mantiene limpia y ordenada.

El aumento de la actividad de construcción naval ha afectado a las aseguradoras y el mercado ha sido afectado por varias reclamaciones importantes, especialmente en las

primeras etapas del boom de construcción, desde finales de 2002 hasta principios de 2004. Durante este período, varias reclamaciones ascienden a un total de aproximadamente 740 millones USD, las cuales golpearon el mercado de seguros, mientras que la prima mundial para las nuevas construcciones se cree que está en el rango de aproximadamente USD 125 millones. [2]

Las reclamaciones llevaron a las aseguradoras a tomar medidas correctivas, ya dichas pérdidas no podrían ser sostenidas por el mercado de seguros de los riesgos del constructor relativamente pequeño. Uno de los casos más sonados fue el incendio a bordo del DIAMOND PRINCESS que desencadenó un mayor interés en la seguridad y gestión de la prevención en los astilleros.

Lo que se busca con el presente documento es garantizar que se cumplan una serie de pautas/normas que incluyan pruebas de la gestión de la seguridad, el aseguramiento de la calidad y el control de calidad de los sistemas y procedimientos en cualquier astillero.



CAPÍTULO 2. ASTILLEROS

2.1 CONSTRUCCIÓN Y REPARACIÓN

La construcción y reparación de barcos y submarinos, así como la fabricación y reparación de motores, son procesos muy complejos donde intervienen distintos tipos de empresas dedicadas a distintas tareas y especialidad. Normalmente la empresa principal controla el trabajo del astillero y subcontrata mediante industria auxiliar los distintos tipos de trabajos que se realizan en el mismo.



Figura 1. Reparación de un cable submarino [3]

La mayoría del trabajo de motores y módulos de buque, se suele realizar en taller, grada, dique de construcción y finalmente en un muelle de montaje. Antes de la puesta en marcha de los trabajos tanto de fabricación como montaje se desarrollan trabajos preliminares en las oficinas del astillero. Estos trabajos suelen ser control de costos, reproducción de planos, cálculos de estructuras, estudios de ingeniería, etc.

Ya sea el trabajo en obra como en oficina, son necesarias unas condiciones seguras para cualquier trabajador, siendo necesaria no sólo la existencia de elementos seguros en la propia realización de trabajos, sino de otros que afecten a la planificación de la seguridad en la empresa, tales como elementos personales que al efecto sean necesarios, tanto si están o no legalmente previstos.

Esto se puede conseguir sólo si tenemos presentes los diversos y variados aspectos que concurren en estas actividades y que son comunes a cualquier astillero, dichas actividades son las siguientes:

- Aprovisionamiento de materiales y uso de instalaciones de manera ordenada.

- Coordinación de los trabajos, sobre todo cuando son pertenecientes, a diversas empresas (industria auxiliar).
- Formación adecuada de los trabajos, cualquiera que sea su cargo en la empresa y que implica que son aptos para desarrollar las tareas para las que han sido contratados.

2.2 ESTRUCTURA DE UN ASTILLERO

Un astillero puede tener diversos tamaños, según los tipos de trabajo que se realicen en él. En el astillero presentado nos centraremos en operaciones de construcción y reparación como se ha mencionado en el apartado anterior.

Para la realización de mantenimiento y construcción naval, la disposición mínima de un astillero tipo será la siguiente:

Dique seco

Es una cámara separada del agua adyacente del puerto por una compuerta. Está formado por el plan del dique, las paredes laterales, la pared frontal y la compuerta que lo define [4].

Dique flotante

Estructura capaz de sumergirse inundando algunos o todos sus tanques, introducir una nave y apoyarla sobre una disposición de bloques de varada previamente dispuestos y subir la estructura junto a la nave varada, achicando el agua de los tanques inundados [5].

Nave de Armamento de Submarinos (NAS)

Instalación dispuesta para la construcción de buques de gran tonelaje, en nuestro caso, de la construcción y reparación de submarinos.

Pañol de consumibles

Almacén donde se almacenan las máquinas de soldar, EPI de soldadores e inspectores visuales, hornos y estufas portátiles de electrodos.

Área de recepción de material

El principal objetivo de esta zona es la correcta gestión del inventario, ya que es fundamental que se haga de una forma correcta y ordenada porque el resto de

operaciones dependen de este. Las principales actividades que se realizan son las siguientes:

- **Recepción.** Proceso en el que los productos procedentes de la fuente de suministro llegan al almacén para que sean clasificados según su disciplina. Los productos pueden venir en diferentes formatos y tamaños, como pallets, cajas, etc.
- **Preparación.** Consiste en una vez que se ha recepcionado e identificado debidamente el producto se prepare para transportarlo al lugar correspondiente.
- **Expedición.** Transporte del producto al área que lo ha solicitado (talleres, nave de armamento, dique, etc.).

En un astillero normalmente se trabaja con tres tipos de acero: S355, 80HLES y acero inoxidable (utilizado en trabajos muy puntuales).

Por un lado, cuando el acero es S355 o inoxidable la empresa proporciona la empresa auxiliar, comprándose a proveedores externos que estén acreditados y cualificados por la empresa principal mediante certificados que incluyen pruebas de composición química, composición del acero, características del acero, etc. para garantizar la calidad del mismo en forma de planchas, láminas, perfiles de diferentes formas, etc. Estos certificados los entrega el proveedor junto al pedido, firmando una hoja de recepción para evitar extravíos de material.

En el caso del 80HLES, el proceso es similar al de S355 e inoxidable, pero lo proporciona la empresa principal salvo que se indique lo contrario, como, por ejemplo, que no haya stock suficiente (casos muy excepcionales). En este caso el proveedor se la vende directamente a la empresa principal y luego se le proporciona a la empresa auxiliar.

Talleres. En cualquier astillero hay diversos tipos de talleres, según las tareas que se desempeñen:

- **Taller de aceros.** Se tratan los aceros comentados anteriormente con sus respectivas operaciones. Las principales operaciones de un taller de aceros son la soldadura, el corte, colocación de entrehierros y chirlatas, tratamientos térmicos, reparación de defectología de fábrica, etc.

- **Taller de tubos.** Normalmente las operaciones que se realizan en este tipo de taller se realizan en el propio taller por la empresa principal y si la carga de trabajo es muy elevada se subcontrata si una empresa auxiliar del astillero está cualificada para realizar estos trabajos o se externaliza por una empresa que si lo esté, una de las operaciones más habituales es la elaboración de tubos de escape y la soldadura de línea de tubería de conexión de diferentes tanques. Además, en este tipo de talleres se receptionan estos productos acabados en el caso de que se externalicen.
- **Taller de reparaciones.** Una vez que el buque esté armado, si este tiene defectos de cualquier tipo y hay que reparar, estas operaciones se realizan en estos talleres. Estas operaciones pueden ser muy diversas, como, corte de chapas por desviaciones en las medidas teóricas respecto a las reales, mecanizado (preparación de biselés si hay que soldarlas con DSA/DST), limpieza, preparación de un nuevo tratamiento térmico, recargue de soldadura por falta de fusión, cebado de arco, etc.

Oficinas

Lugar donde se realizan estudios preliminares a la fabricación y montaje. En un astillero hay varios tipos de oficina:

- **Oficina de Ingeniería.** Realiza las siguientes funciones:
 - Estudios de peso.
 - Interferencias en el montaje.
 - Cálculos de estructuras
- **Oficina de soldadura técnica.** Realiza las siguientes funciones:
 - Estudios de soldadura.
 - Procedimientos de soldadura (WPS).
 - Evaluar procedimientos a tope (DST) y en ángulo (DSA).
- **Oficina de Control Dimensional.** Realiza las siguientes funciones:
 - Definición de los procesos/productos intermedios a medir.
 - Requisitos de medida para cada producto/proceso.
 - Coordenadas teóricas de los productos intermedios.

- Medición en talleres mediante estaciones totales u otros instrumentos metrológicos (según la criticidad).
- Análisis de las desviaciones entre datos teóricos y reales.
- Elaboración de informes técnicos de los productos finales.

- **Oficina comercial.** Realiza las siguientes funciones:
 - Control de costos.
 - Estudio de ofertas antes de empezar los trabajos.
 - Adjudicación de contratos.
 - Reclamaciones.

- **Oficina de Informática.** Realiza las siguientes funciones:
 - Codificación de los ordenadores que se utilizan en el astillero.
 - Implementación y desarrollo del Software para visualizar en tabletas del modelo 3D de los buques.
 - Resolución de incidencias informáticas.

- **Oficina de Seguridad.** Encargados de la seguridad en el astillero. Funciones como controlar los accesos tanto a la entrada como a la salida, evitar que se filtre información confidencial y material sensible.

- **Oficina Técnica.** Estudio y elaboración de planos, análisis de los registros técnicos de control de calidad de soldadura, análisis de ensayos no destructivos sobre productos acabados, gestión de No Conformidades, etc.

- **Oficinas de bomberos y primeros auxilios.** Oficina colocada en puntos estratégicos como en la Nave de Armamento de Submarinos, donde puede ser necesaria su intervención lo más rápido posible debido a fugas, riesgos eléctricos, etc.

- **Oficina de Prevención.** Al igual que las oficinas de bomberos, también estarán situadas por lugares estratégicos de todo el astillero, son los encargados de hacer los volantes de baja/mutua, entrega de EPI a nuevos trabajadores o sustitución de los mismos si se encuentran en mal estado, impartir charlas de prevención, realizar auditorías a pie de obra, etc.

A continuación, en la siguiente figura, se muestra un astillero tipo para la construcción y mantenimiento naval:



Figura 2. Estructura de un astillero [6]

2.3 HORARIOS DE TRABAJO

Normalmente, en un astillero la carga de trabajo suele ser constante, produciéndose picos de trabajo después del verano hasta el otoño aproximadamente y después de semana santa hasta el verano, por lo que se trabaja a tres turnos con posibilidad de prolongar máximo 3 horas al día. Los turnos son continuos, se distribuyen de lunes a viernes normalmente y son los siguientes:

- **Turno de mañana.** 6:30h a 14:30h. Posibilidad de prolongar hasta las 18:00h con media hora para comer.
- **Turno de tarde.** 14:00h a 22:00h. Este turno se solapa con el turno de mañanas durante media hora para poder definir los trabajos del turno y que haya organización para que se desarrollen correctamente. En caso de prolongar jornada se recomienda hacerlo antes de las 14:00h, al igual que el turno de mañana esta prolongación será igualmente de 3 horas máximo.
- **Turno de noche.** 21:30h a 5:30h. Este turno se solapa con el turno de tardes durante media hora con el mismo propósito del turno de tardes con el de

mañanas. Este turno no tiene posibilidad de prolongar jornada, pero tiene un plus de nocturnidad por cada día que se trabaje con este turno según convenio.

Cuando la duración de la jornada diaria continuada exceda de seis horas, deberá establecerse un período de descanso durante la misma de duración no inferior a quince minutos. Este período se considerará de tiempo de trabajo efectivo cuando así esté fijado o se establezca por convenio colectivo o contrato de trabajo. El período de descanso al ser una jornada continua de ocho horas suele ser de treinta minutos aproximadamente.

La empresa garantizará el registro diario de jornada, que deberá incluir el horario concreto de inicio y finalización de la jornada de trabajo de cada trabajador, sin perjuicio de la flexibilidad horaria que se establezca, mediante un registro de picaje firmando la entrada y salida mediante huella dactilar.

Entre el final de la jornada y el comienzo de la siguiente pasarán como mínimo 12 horas, si no se ha cumplido este tiempo el trabajador no podrá volver a entrar al astillero.

Los trabajadores tendrán derecho a un descanso mínimo semanal, acumulable por períodos de hasta catorce días, de día y medio ininterrumpido que, que será normalmente desde la tarde del sábado (en el caso de que haya una elevada carga de trabajo) y el domingo completo. En el caso de que tengan que trabajar un domingo percibirán un plus por ser día festivo y se les recompensará con un día extra de vacaciones además del lunes siguiente.

No se contempla la posibilidad de que haya trabajadores menores de 18 años trabajando en el astillero, independientemente del trabajo que realicen.

2.4 GREMIOS EN UN ASTILLERO

En un astillero se realizan diversas tareas para llevar a cabo la construcción de buques. En estas tareas el orden y la limpieza son primordiales para desarrollar correctamente el trabajo y se agrupan en los siguientes gremios:

2.4.1 Soldador

Soldar es un proceso químico complejo en el que se fusionan dos piezas de metal (acero en el caso de un astillero), aplicando calor con la finalidad de dar rigidez y homogeneidad a dicha unión. Es fundamental que un soldador tenga conocimientos en metalurgia y química para llevar a cabo la unión de las dos piezas de acuerdo a los planos de construcción definidos y aprobados anteriormente. Además, es muy importante que la zona de trabajo se encuentre limpia y ordenada para evitar accidentes y pérdidas de material como electrodos, herramientas, etc. Para soldar se utilizan sopletes especializados con los que se funden láminas de metal para recortarlas o separarlas.

En los procesos de construcción naval se utilizan unos tipos de soldadura específicos. Los tipos más comunes son los siguientes:

Soldadura con electrodos revestidos

Es un procedimiento manual utilizado en aceros bajos en carbono y con pocas impurezas en el que la fuente térmica es un arco eléctrico que al dispararse entre el electrodo revestido (material de aporte) y el material base (acero que se quiere soldar), proporciona calor que provoca la fusión del acero y del electrodo.

Las principales ventajas de esta técnica es que permite soldar en cualquier posición, se puede utilizar con una gran variedad de aleaciones, el bajo coste de las máquinas de soldar y a la hora de soldar el arco es estable.

Por otro lado, los inconvenientes que presenta es que deja escoria superficial que requiere limpieza tras soldar y es un proceso poco productivo (lento) que depende de la habilidad del soldador.

El equipo de soldadura es el siguiente:



Figura 3. Electrodo revestido [7]

Soldadura con hilo continuo (MIG/MAG)

En este tipo de soldadura distinguimos dos tipos, la soldadura con atmósfera protectora MIG (Metal Inert Gas) y MAG (Metal Active Gas). En este proceso el calor necesario para realizar la soldadura es aportado por un arco eléctrico entre la pieza a soldar y el hilo (electrodo). Para ello, la zona de soldadura es alimentada con el electrodo gracias al soplete, el cual hace que se produzca la mezcla de gases protegiendo del medio ambiente el electrodo. La diferencia entre MIG/MAG nos la da la bombona de gas utilizada (inerte o activo).

Las ventajas de este tipo de soldadura son que se pueden soldar en todas las posiciones, buen acabado y alta productividad.

Por el contrario, los inconvenientes son la alta inversión de los equipos de soldadura, requiere un mayor mantenimiento que otros tipos y soldar fuera de un espacio cerrado es complicado debido a las condiciones climatológicas que afectan al gas de protección.

El equipo de soldadura es el siguiente:



Figura 4. MIG-MAG [8]

Soldadura por arco sumergido (SAW)

Es un proceso con arco eléctrico en el que dicho arco y el baño de fusión están sumergidos por polvo granulado. Es un proceso de soldadura automático y de alta productividad. El arco se golpea debajo del fundente entre el electrodo y el acero, que derrite una pequeña cantidad de fundente, que puede llegar a alcanzar los 1300 °C, de forma que se sostenga el arco entre el electrodo y el acero. El calor que se genera por el arco derrite el extremo del electrodo, el fundente y el acero en la “costura” de soldadura, de forma que, a medida que el fundente se combina con el acero fundido,

se produce una reacción química que protege la unión de la oxidación y al enfriarse la soldadura se solidifica produciéndose la unión entre ambas piezas. Una vez que están unidas las dos piezas se genera una escoria en la zona de soldadura que se puede eliminar fácilmente.

Por un lado, las ventajas de esta técnica son el buen acabado sin salpicaduras, no es necesaria mucha experiencia por parte del soldador y no es necesaria protección especial a la hora de soldar.

Por el contrario, los inconvenientes que presenta son que la única posición que se puede realizar es la horizontal y es un proceso más limitado debido a la difícil adaptación del equipo para distintos fines.



Figura 5. Soldadura por arco sumergido [9]

Soldadura TIG (Tungsten Inert Gas)

Es una soldadura bastante compleja y exige una amplia experiencia en el sector debido a la precisión que conlleva. Es una soldadura por fusión que utiliza gas protector. Se utiliza para obtener la máxima calidad y conseguir unos cordones sin proyecciones. Esta soldadura es idónea para aceros inoxidable, en concreto para la construcción de tuberías y tanques.



Figura 6. Electrodos de tungsteno [10]

En este tipo de soldadura, la corriente se suministra a través de un electrodo de tungsteno que es resistente a altas temperaturas (punto de fusión 3380 °C) y no se

funde. Este electrodo parte un arco voltaico que calienta y licua el material y alrededor del electrodo hay un tubo de contacto para el gas protector que protege el material contra las reacciones químicas con el aire ambiente.

La gran ventaja de la soldadura TIG es la obtención de cordones menos sensibles a la corrosión, más resistentes que con el resto de técnicas ya que el gas protector impide el contacto entre el oxígeno de la atmósfera y la fusión.

El principal inconveniente es la necesidad de proporcionar un flujo continuo de gas que conlleva un importante sobrecoste, además de la necesidad de un soldador especializado en esta técnica debido a la dificultad de la misma para conseguir un buen acabado superficial.

Soldadura de arco de plasma

Es considerada una técnica más avanzada que la soldadura TIG, ya que es más productiva y se consiguen resultados similares.

La energía para conseguir la ionización se consigue gracias al arco eléctrico formado entre el electrodo y el acero. Normalmente el gas que se utiliza para este tipo de soldadura es argón puro que pasa a estado plasmático por medio de un orificio de reducción que estrangula dicho gas consiguiendo aumentar su velocidad y dirigiendo al acero un chorro concentrado que puede alcanzar los 28000 °C.

Las principales ventajas de este tipo de soldadura son la estabilidad que proporciona y los acabados son excelentes proporcionando una gran resistencia en la unión, menos grietas que con otros tipos y al ser una soldadura rápida y constante no sufre deformaciones.

Por otro lado, las desventajas que presenta son los altos gastos iniciales que supone la inversión de estos equipos de soldadura y el alto consumo de electricidad, gas y consumible, por lo que para que sea rentable ha de haber una producción constante.



Figura 7. Soldadura de arco de plasma [11]

Las herramientas de trabajo que utiliza un soldador dependen del tipo de acero a fundir, ya que cada acero tiene unas propiedades particulares y exigencias específicas en cuanto a temperatura necesaria para fundirse.

Las principales funciones de un soldador son las siguientes:

- Soldar piezas de acero en distintas posiciones (plana, horizontal, vertical, bajo techo, etc.), de acuerdo a lo establecido en los planos de construcciones.
- Utilizar herramientas y maquinaria especializada para sostener, doblar, cortar y modificar la forma, tamaño y posición de los metales para soldarlos.
- Comprender e interpretar los procedimientos de soldadura definidos por soldadura técnica para soldar correctamente.
- Preparar y montar las piezas de acero de acuerdo con lo señalado en el plano de construcción.
- Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo, no dejando herramientas, material sobrante, máquinas de soldar, etc. en zonas de paso o en la propia zona para evitar accidentes como golpes, torceduras, quemaduras, etc.

2.4.2 Inspector de Construcciones Soldadas (ICS)

Un inspector de construcciones soldadas es el responsable de verificar las actividades de inspección relacionadas con la soldadura.

Las funciones que realiza son las siguientes:

- Supervisar en obra que los trabajos se realizan cumpliendo con la revisión

técnica realizada teniendo en cuenta tipo y propiedades de los materiales, la situación de la unión en relación con los requisitos de diseño, los requisitos de calidad y aceptación de soldaduras, situación, accesibilidad y secuencia de las soldaduras, teniendo en cuenta la accesibilidad para la inspección y los ensayos no destructivos, también será labor suya otros requisitos de soldeo como la utilización de respaldo de soldeo, amartillado, el perfil de soldadura y el acabado superficial, Las medidas y detalles de la preparación de la unión y de la soldadura terminada.

- Verificar que el personal de soldeo está cualificado para el trabajo que va a realizar y que dispone del carnet de cualificación que le habilita.
- Verificar que los equipos de soldeo y los elementos asociados son los apropiados para el trabajo, que están identificados, mantenidos, verificados y validados y que el personal conoce su funcionamiento.
- Verificar el buen estado de los consumibles que se está utilizando en obra, su compatibilidad, el mantenimiento en estufas portátiles a la temperatura adecuada y que el manejo durante el proceso es el correcto.
- Realizar las inspecciones y ensayos antes, durante y después del proceso de soldeo.
- Verificar, cuando deba soldarse con un procedimiento que necesite tratamiento térmico, que la temperatura es la indicada en el procedimiento de soldeo aplicado tanto el precalentamiento, entrepasadas como en el post-calentamiento y que a este se le da el tiempo requerido según con las especificaciones del cliente.
- Identificar las soldaduras en construcción, procedimientos de ensayos no destructivos y del personal que los realiza, los consumibles de soldeo empleados, el material base, situación de las reparaciones, situación de los utillajes temporales.
- Verificar que los planos están aprobados para construcción antes de iniciar trabajos.

- Verificar que los soldadores comprenden los WPS e instrucciones que reciben.
- Cumplimentación de la Ficha (Control tecnológico).
- Controlar que el soldador mantiene limpia y ordenada su zona de trabajo.

2.4.3 Almacenero/Pañolero

Un almacenero es el encargado de la gestión y organización del almacén y/o pañol de consumibles.

Las principales funciones que desempeña son las siguientes:

- Control de maquinaria.
- Verificación de los equipos susceptibles de ello, por ejemplo, equipos de soldadura, estufas portátiles, etc.
- Gestión de las calibraciones/verificaciones de los equipos de medida.
- Gestión de pedidos y compras de material y equipos necesarios para la obra.
- Recepción de los pedidos y comprobación de su adecuación con los requisitos especificados en los documentos de compras.
- Mantenimiento y revisión constante de la maquinaria.
- Comunicar al Jefe de obra las necesidades de maquinaria para el correcto devenir de la obra.
- Controlar que el almacén/pañol de consumibles se encuentra ordenado y limpio, asegurándose que todos los materiales, equipos, herramientas, etc. se encuentran perfectamente identificados y almacenados cada uno de ellos en un lugar específico.

2.4.4 Caldereros y montadores

Un calderero y un montador son los encargados de fabricar, montar y reparar estructuras metálicas. Las funciones que realiza son las siguientes:

- Realizar el trabajo de acuerdo a los procedimientos de trabajo a emplear, de acuerdo a las órdenes recibidas por parte del encargado y a los requisitos preceptivos de cada caso (planos, procedimientos, instrucciones).
- En caso de requerimiento, cumplimentar los autocontroles previos a los PPI's (Programa de Puntos de Inspección) que realiza la empresa principal.
- Comprobar antes de utilizar cualquier equipo que requiera calibración y/o verificación que está perfectamente identificado y que la fecha de la última validación no ha caducado. Si surge cualquier incidencia se lo comunicará a su inmediato superior.
- Realizar una correcta segregación de los residuos generados en la obra, cumpliendo con los requisitos de la empresa principal.
- Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo, no dejando herramientas, material sobrante, máquinas de limpieza de soldadura, etc. en zonas de paso o en la propia zona para evitar accidentes como golpes, torceduras, quemaduras, etc.
- Cumplimentar las fichas (controles tecnológicos).

2.4.5 Tuberos

Realiza operaciones de elaboración, montaje, reparación de estructuras y conductos utilizando máquinas de corte y equipos de soldadura y construir recipientes con chapas de distintos grosores y perfiles, armar tuberías, conformado de chapas, etc. interpretando planos de construcción y documentación técnica.

Las responsabilidades que desempeñan son las siguientes:

- Realizar el trabajo de acuerdo a los procedimientos de trabajo a emplear, a las órdenes recibidas por parte del encargado y a los requisitos preceptivos de cada caso (planos de construcción, procedimientos, instrucciones).
- En caso de requerimiento, cumplimentar los autocontroles previos a los PPI's que realiza la empresa principal.
- Cumplimentación de las fichas (controles tecnológicos).

- Comprobar antes de utilizar cualquier equipo que requiera calibración y/o verificación que está perfectamente identificado y la fecha de la última validación no ha caducado. Si surge cualquier incidencia se lo comunicará a su inmediato superior.
- Realizar una correcta segregación de los residuos generados en la obra, cumpliendo con los requisitos de la empresa principal.

2.4.6 Mecánicos

Realiza operaciones de mantenimiento de motores, sistemas de propulsión, máquinas y sistemas auxiliares de los diferentes buques, aplicando criterios de calidad y cumpliendo los planes de prevención de riesgos laborales y medioambientales de la empresa.

Las funciones que realizan son las siguientes:

- Realizar el trabajo de acuerdo a los procedimientos de trabajo a emplear, a las órdenes recibidas por parte del encargado y a los requisitos preceptivos de cada caso (planos de motores, procedimientos, instrucciones).
- En caso de requerimiento, cumplimentar los autocontroles previos a los PPI's que realiza la empresa principal.
- Cumplimentación de las fichas (controles tecnológicos)
- Comprobar antes de utilizar cualquier equipo que requiera calibración y/o verificación que está perfectamente identificado y la fecha de la última validación no ha caducado. Si surge cualquier incidencia se lo comunicará a su inmediato superior.
- Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo, no dejando herramientas, material sobrante, aceite, combustible, refrigerante, etc. en zonas de paso o en la propia zona para evitar accidentes como, inhalaciones perjudiciales, torceduras, quemaduras, etc.
- Realizar una correcta segregación de los residuos generados en la obra, cumpliendo con los requisitos de la empresa principal.

2.5 FASES EN LA CONSTRUCCIÓN

2.5.1 Proyecto

A la hora de realizar cualquier proyecto no sólo debe tenerse en cuenta qué es lo que queremos realizar, y la forma más rápida, económica y eficaz de llevarlo a cabo, sino tener, como sucede en otras actividades de construcción de obra civil, los múltiples riesgos que podrían presentarse en todas y cada una de las partes, desde antes de empezar la obra, como en su puesta en marcha, transcurso y finalización.

2.5.2 Ejecución

Esta fase se realiza a pie de obra (fuera de las oficinas) y *grosso modo* aglutina todo lo que tiene que ver con la construcción (fabricación y montaje), diferenciando dentro de ésta las siguientes etapas:

- **Aprovisionamiento de materiales.** Elección de materiales idóneos y necesarios para la construcción/reparación del buque en cuestión (perfilería, aceros cortados, electrodos, etc.).

Todo el acero que se recepcione se almacena en una nave habilitada para ello. Una vez que se encuentren en el mismo se procede al etiquetado mediante una pegatina en el que venga identificada la composición del acero, el lote y la fecha de recepción. Esta fase es muy importante ya que se no realizarse de forma correcta se pierde la trazabilidad de los materiales recibidos para construcción o reparación.

Por otro lado, los electrodos de soldadura se almacenarán en un pañol de consumibles, el cual tendrá distintos hornos donde se almacenarán dichos electrodos según la composición de cada uno de ellos.

Tipos de electrodos [12]

- Electrodos para aceros al carbono. Su especificación es AWS A5.1.
- Electrodos para aceros de baja aleación. Su especificación es AWS A5.5.
- Electrodos para aceros inoxidables. Su especificación es AWS A5.4.
- Electrodos para metales no ferrosos. Su especificación es AWS A5.15 (prácticamente no utilizados en un astillero).



Figura 8. Estructura de un submarino [13]

- **Tratamiento.** Proceso al que se someten los materiales elegidos en la fase de aprovisionamiento. Por ejemplo, un tratamiento térmico para realizar la unión de un mamparo con otro de calidad 80HLES con un procedimiento de soldadura a tope. El tratamiento térmico es

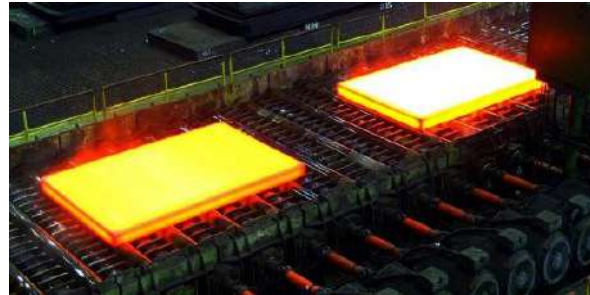


Figura 9. Tratamientos térmicos – Temple [14]

- un proceso controlado que consiste en el calentamiento y enfriamiento de un metal para para modificar la microestructura en este caso del acero y fortalecer así la vida útil, consiguiendo reducir el tamaño de grano, incrementar la tenacidad y mejorar la ductilidad entre otras propiedades del componente. En este tipo de operaciones se utilizarán normalmente máquinas automáticas. [15]

- **Corte.** Las planchas empleadas en la fabricación de estructuras se someterán a operaciones de corte en los talleres habilitados para ello para darle la forma adecuada a las chapas con relación a los planos/documentos técnicos desarrollados antes de empezar la obra. En este tipo de operación lo más habitual es utilizar oxicorte, y deben utilizarse máquinas para plegar, cortar y curvas las planchas ya sea en caliente o en frío. Estas planchas se almacenarán en los talleres destinados para ello, identificados en las distintas zonas según el tipo de plancha, espesor, utilidad, etc. de forma clara y ordenada.



Figura 10. Corte con radial [16]

- **Elaboración de subconjuntos.** Una vez que las piezas salen de la operación de corte se ensamblan formando los distintos subconjuntos. Estos subconjuntos son diversos y variados dependiendo de la función que tengan en el buque. Para realizar el ensamblado de las distintas piezas que forman un subconjunto se utilizarán soldaduras como elementos de unión y/o procesos de atornillado.
- **Elaboración de conjuntos.** Básicamente corresponde a la fase de construcción. Una vez elaborados los subconjuntos en el taller son trasladados a la grada para el ensamblaje definitivo a bordo. El transporte de estos elementos se suele hacer normalmente con grúas o elementos automotores dependiendo de la cantidad/peso de los mismos. Como ocurría con la elaboración de subconjuntos lo más habitual es utilizar algún tipo de soldadura, dependiendo en muchas ocasiones de la finalidad que vaya a tener el buque, aunque también se utilizarán en algunos casos procesos de atornillado e incluso uniones de pegado con LOCTITE (adhesivos monocomponente). [17]
- **Formación del buque.** Quizás esta es la fase más compleja del proceso. En este proceso comienzan las tareas de distintos gremios del proceso como soldadores, electricistas, tuberos, montadores, ajustadores, etc. Dentro de esta fase fundamentalmente tenemos la eliminación de defectos en chapa de soldadura, así como la preparación del casco resistente (parte más crítica del buque) y su interior (casco no resistente) para que reciban los distintos tratamientos para que una vez estén todas las uniones conformes se pinten. Una vez realizada esta fase se procede a la botadura del buque.



Figura 11. Ensamblaje del Submarino S81P [18]

2.5.3 Botadura

Consiste en hacer flotar en el dique el buque amarrándolo al muelle de armamento una vez que el casco ha sido construido y se han terminado el resto de procesos del casco no resistente del interior del mismo.



Figura 12. Botadura Submarino S81P Isaac Peral [19]

2.5.4 Armamento

Es la última fase de construcción, corresponden tareas como la instalación de máquinas y calderas, montaje y aislamiento de tuberías, cableado eléctrico, montaje de camarotes, etc. Una vez realizadas estas tareas se reportará el buque y se prepara para las distintas pruebas y puesta a flote para navegación.

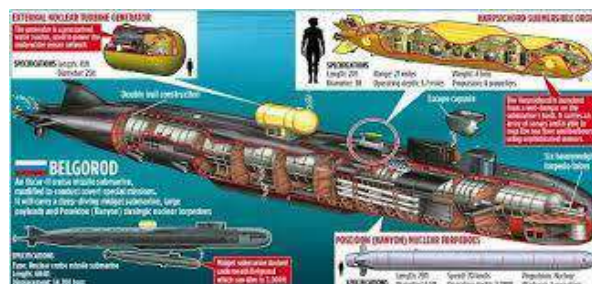


Figura 13. Armamento del submarino ruso K-329 [20]

2.6 REPARACIÓN Y TRANSFORMACIÓN

Las tareas y procesos de reparación y transformación de buques son tareas difíciles de programar, debido a la gran variedad de tipos de trabajos que se han de realizar de los distintos gremios implicados explicados en el apartado anterior. Estas operaciones normalmente se realizarán en grada, en dique o incluso a flote, si es necesario.

Los centros de reparaciones de los astilleros por lo general son una gran infraestructura que posee un amplio equipamiento para poder resolver cualquier necesidad en cuanto a reparaciones se refiere, incluyendo el mantenimiento y la reparación de motores.

Al ser grandes infraestructuras la cantidad de material, equipos y herramientas tiende a acumularse, por lo que es importante que se mantengan limpias y ordenadas estas zonas para evitar posibles accidentes en el transcurso de la jornada laboral o, por ejemplo, en el caso de que se tenga que evacuar la zona ante una emergencia.

El proceso de reparación comienza con la dotación de servicios al buque: Agua potable y salada, energía, conexiones a salidas de sanitarios, etc. Una vez dotado el buque de estos servicios fundamentales se inician las distintas obras, como reformas de interiores, limpieza, pintado, aumento/reducción de dimensiones iniciales como, por ejemplo, el aumento de la eslora que sufrió debido al sobrepeso el Submarino S81P de la Armada Española [22].



Figura 14. Reparación Submarino ARA [21]

Por lo general, en cualquier astillero un proyecto de reparación empieza con la petición de reserva del dique por parte del cliente. Para ello, se especifica la documentación técnica de los trabajos que se van a realizar. Esta especificación tiene que contener características generales del buque, descripción de los trabajos que se van a realizar con el mínimo detalle, una copia controlada de los planos en última revisión en el momento en el que se inician los trabajos y fotografías de las zonas que son necesarias ensayar por si aportan información adicional para facilitar dichos trabajos.

Una vez que se recibe esta documentación, el departamento comercial genera una apertura de nuevos trabajos a realizar en el buque que tiene que ser analizada en cuanto a precio y plazos de ejecución para la realización de los trabajos demandados por el cliente y finalmente aprobados por éste. El documento que tendrá que validar el

cliente es el presupuesto, el cual recoge la oferta económica y el plazo de entrega para la ejecución de trabajos descritos.

Realizar un presupuesto no es una tarea sencilla, ya que es necesario llevar a cabo una inspección in situ de los trabajos que se van a presupuestar debido a la complejidad de los mismos, los cuales son más difíciles de cuantificar que trabajos de nueva construcción. Por ejemplo, según el tipo de reparación la empresa necesitará destinar mayor o menor cantidad de recursos, como el número de soldadores por zona, un coordinador de soldadores que organice los trabajos y los supervise, las máquinas de soldar necesarias, los permisos que son necesarios si se va a trabajar en zona confinada, etc.

Una vez terminado el presupuesto, el cliente dará el visto bueno y lo aceptará, en este momento se podrán iniciar los procesos de reparación. No se podrán iniciar los trabajos sin la aprobación del cliente.

Junto con el presupuesto, además, se presentarán las fechas de varada disponibles. Para ello, el cliente comprueba y revisa con el astillero. Una vez que esté todo comprobado y haya acuerdo entre las dos partes, el cliente dará su aceptación para que se inicien los trabajos de reparación.

A continuación, se explican las diferentes tareas que se realizan para la reparación de un buque.

2.4.1 Varamiento

El varamiento consiste en colocar el buque de forma que se asiente gracias a una quilla y el fondo del casco en diferentes bancadas, tanto a babor como en estribor. El varamiento es la primera fase a la hora de empezar a desarrollar los trabajos de reparación. Para ello, el departamento de ingeniería elaborará un plano de dónde irán situados los asentamientos con unas tolerancias muy restrictivas.

2.4.2 Limpieza de cascos y cubiertas

Antes de comenzar los trabajos se realizará una limpieza con agua a presión para que se desprenda la salinidad del casco y toda la suciedad incrustada en el mismo.

Actualmente, la técnica de limpieza que se suele utilizar en un astillero es la cavitación, la cual es válida para la limpieza de cualquier superficie sumergida. La máquina que puede ser tanto de gasolina, como diésel o eléctrica. Para su

funcionamiento se conecta una manguera que acaba en una bomba que absorbe agua del mar, esta agua se bombea a otra manguera que termina en una pistola que expulsa la mezcla de agua y aire a una presión que puede alcanzar hasta 500 bares [23]. Esta técnica es ideal para que los buzos limpien de una forma muy eficaz, sumado a que no dañan la pintura del buque ni contaminan el mar.



Figura 15. Cavitación [24]

2.4.3 Chorreado y pintado

El chorreado y pintado del buque es una tarea muy compleja y primordial para la puesta a punto de este, debido a las altas exigencias a la hora de navegar, por lo que es vital que la zona donde se realiza el chorreado y pintado se mantenga limpia y ordenada.

Distinguiremos dos zonas de protección, la obra viva (área que va bajo el agua), es decir, la que está más expuesta contra las incrustaciones del mar, por lo que se ha de formar una película gruesa que proporcione una protección “extra” al casco con el agua salada y el ambiente. Por otro lado, la zona muerta es la zona que no toca el mar.

El chorreado se realiza antes de pintar una superficie de acero. Para preparar un acero para el chorreado se realizan las siguientes medidas:

- Eliminación de óxido, suciedad y grasa mediante limpieza del acero.
- Eliminación la capa dura gris azulada que se forma sobre el laminado del acero en caliente (calamina).
- Eliminación de cantos vivos, falta de fusión, defectos en soldadura, etc.

Una vez realizadas estas tareas se procede a aplicar el abrasivo, normalmente en un astillero se utiliza arena de sílice para impregnar el acero como medida protectora antes de pintarlo.

Por otro lado, el pintado se puede realizar con rodillo, pistola o brocha, según la zona que se quiera pintar. Quizás, el que mejor se adapta a cualquier superficie es la brocha, además de ser el método más económico y el más eficaz ante zonas de difícil acceso. Con el rodillo se obtiene un resultado parecido al de la brocha y para zonas grandes es más rápido que la brocha. Por su parte, la pistola nos proporciona un acabado perfecto, pero es una técnica que requiere de habilidad por parte del operario.

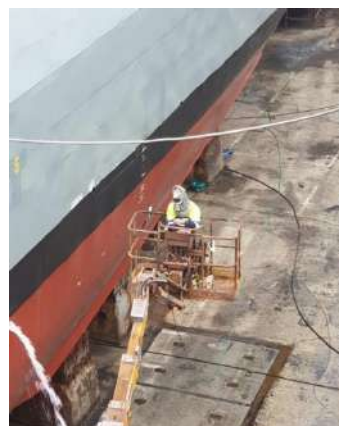


Figura 16. Pintado del BAM Furor [25]

Los trabajos de chorreado y pintura deben realizarse con una alta coordinación de trabajos debido a las exigencias comentadas que determine el responsable de pintura. Para ello, se examinará el casco para verificar la cantidad de pintura desprendida para tomar las medidas pertinentes.

2.4.4 Protección catódica

Es una técnica es un método electroquímico para prevenir y controlar la cantidad de corrosión galvánica del acero. Consiste en polarizar el acero a potenciales más electronegativos que el potencial natural de dicho acero. Con esta técnica se protege el casco del buque, consiguiendo un menor desgaste y evitando que se produzca una corrosión más acelerada, lo que conllevaría a una perforación del casco resistente y su posterior reparación.



Figura 17. Protección catódica [26]

2.4.3 Limpieza de tanques

En el fondo de los tanques de combustible se acumulan partículas de sedimentos que pueden bloquear los inyectores y filtros de los distintos generadores y motores del buque a reparar, por lo que es necesario asegurarse de la correcta limpieza para evitar que dejen de funcionar. Además, es importante asegurarse que no existen fugas o fisuras en los tanques, para comprobarlo, simplemente se realizarán pruebas de llenado de tanque, el fluido que normalmente se utiliza es el agua. Si existe alguna fuga se producirá un derrame y hasta que no se repare el tanque no estará operativo.



Figura 18. Limpieza tanque de aceite [27]

2.7 NORMAS DE CONDUCTA

Dentro de cualquier astillero las siguientes normas de conducta son de obligado cumplimiento para toda persona:

EPI.

- Deben ser utilizados y mantenidos correctamente, desechándolos cuando finalicen su vida útil.
- Adecuados a los riesgos del trabajo y específicos según el tipo de trabajo que se realice.
- Totalmente prohibido cualquier modificación y/o alteración.
- En los accesos a zonas de trabajo, como por ejemplo en los tornos de entrada a la grada, mediante señalización, se establece el equipamiento mínimo obligatorio que deberá llevar cualquier trabajador.



Figura 19. Señalización de EPIS obligatorios [28]

Vestuarios.

- Debe ser facilitado por la empresa principal ya sea para trabajadores de la misma o para trabajadores de la industria auxiliar, con identificación de empresa.
- Queda prohibido utilizar ropa de trabajo con distintivos diferente a los que establece la empresa principal/industria auxiliar.
- Cada uno de los trabajadores tendrá una taquilla que será personal e intransferible en la que guardará su ropa de trabajos, EPI, objetos personales, etc.

Bebidas alcohólicas y/o drogas.

- Totalmente prohibida la introducción y consumo de cualquier sustancia estupefaciente en el astillero, conllevando a un despido disciplinario inmediato del trabajador del centro de trabajo como establece el Artículo 54 Apartado 2 letra f del Estatuto de los trabajadores [29]. Para que se justifique un despido disciplinario provocado por consumo de estupefacientes se deben cumplir los siguientes requisitos:
 - El estado de embriaguez debe ser habitual en el trabajo sin que sea procedente el despido en caso de ser una situación aislada.
 - Una repercusión negativa en el trabajo, llevando a un peligro real o potencial.



Figura 20. Prohibición de bebidas alcohólicas y drogas [30]

Bromas, juegos y peleas.

- Totalmente prohibida cualquier broma, juego o pelea en el centro de trabajo.
- Prohibido el uso indebido de los servicios, instalaciones y herramientas.

Movimiento de personas.

- Se utilizarán los accesos previstos para ello, por ejemplo, los tornos para entrar a la grada, al dique, etc. Quedando totalmente prohibido el acceso por lugares que no estén habilitados para ello, como por ejemplo una salida emergencia, en el caso que no esté justificada dicha situación.
- En los recorridos a pie, los trabajadores deberán hacer uso de aceras y cruzar por pasos de peatones, ya que en un astillero pueden circular vehículos y podría haber accidentes si no se respetan estas medidas.
- En caso de no existir aceras en el astillero, los trabajadores caminarán por la izquierda de la calzada.
- Totalmente prohibido caminar o detenerse bajo cargas suspendidas.
- Prohibido correr sin motivo.
- Prohibido saltarse balizas estén o no realizando un trabajo.



Figura 21. Prohibido el paso [31]

Movimiento de vehículos.

- Dentro de cualquier astillero se cumplirá el Código de Circulación Vigente.
- La velocidad máxima de los turismos que circulen por el astillero será de 30 km/h.
- Los vehículos aparcarán en las zonas habilitadas para ello.



Figura 22. Limitación velocidad en astillero [32]

- En el caso de que haya que efectuar un corte parcial o total de una vía del astillero, se comunicará previamente a Seguridad Industrial, siendo obligatorio señalar correctamente el corte de la vía para provocar las menores molestias posibles.
- Totalmente prohibido la parada y/o estacionamiento de vehículos que impidan/obstaculicen el acceso a las siguientes instalaciones:

- Cualquier instalación contraincendios, como hidrantes, bocas de incendios, extintores, etc.



- Salidas de emergencias (entrada y salida)

Figura 23. Salida de emergencia [33]

- Acceso a cualquier instalación destinada al mantenimiento, como centros de transformación, centros de bombeo, depósitos de gases, etc.

Averías.

- En el momento que se detecte cualquier tipo de avería, fuga, derrames de líquidos o cualquier situación de riesgo dentro del astillero que puedan poner en peligro a las personas e instalaciones se comunicará inmediatamente al mando responsable de la zona, quien tomará las medidas oportunas.

Tratamiento de accidentes.

- Cuando se produzca cualquier accidente (in itinere o in situ) o enfermedad común, tanto el personal propio como la Industria Auxiliar serán atendidos por los Servicios Médicos del astillero. En caso de que se produzca un accidente, se actuará conforme al Plan de Emergencia y Evacuación establecido.

Manejo de equipos.

- Toda persona que esté autorizada para el manejo de cualquier equipo estará debidamente formada e informada, recibiendo formación periódicamente para refrescar conocimientos.

- Totalmente prohibido el manejo de equipos o instalaciones de personas que no estén debidamente autorizadas.



Figura 24. Manejo de equipos [34]

Señalización de productos químicos.

- Los productos químicos se mantendrán perfectamente identificados, con la etiqueta correspondiente. Se conservarán en su envase original o adecuado al producto contenido. Para evitar derrames se colocarán los envases encima de bandejas.



Figura 25. Productos químicos [35]

Orden y limpieza.

Se mantendrá el orden y limpieza en centro de trabajo (instalaciones y buques para facilitar los trabajos y evitar accidentes.

En cada uno de los puestos de trabajo es vital que se mantenga el orden y limpieza para evitar posibles accidentes. Uno de los más habituales en un astillero son las caídas al mismo y distinto nivel por el tropiezo con herramientas y materiales en las zonas de paso, como escaleras, andamios, incluso en la propia zona de trabajo cuando se deja un trabajo a medio y el trabajador se retira a hacer un descanso. El procedimiento a seguir para evitar este tipo de situaciones sería recoger la zona de trabajo y no dejar materiales, herramientas, etc. En dicha zona siempre que se pare de realizar un trabajo, bien por realizar un descanso o por el fin de la jornada laboral. Otra situación bastante habitual en un astillero es llevar más material, herramientas u otros utensilios de los necesarios. Mediante un ejemplo se explica cómo actuar de forma limpia y ordenada en un proceso productivo.

Por ejemplo, un soldador tiene que soldar una unión en la que utilizará electrodos para aceros inoxidables y llevará su estufa portátil correspondiente. Antes de que empiece el trabajo el coordinador le dice que cuando realice ese trabajo tiene que ir a soldar unos soportes que son bastante urgentes por un hito de fabricaciones con electrodos para aceros al carbono. Lo correcto sería que el soldador acabara el primer trabajo y una vez que termine de soldar y limpiar la soldadura llevar los electrodos que le han sobrado en la estufa y dejarlos en el pañol de consumibles y recoger los que son de acero al carbono en otra estufa. Como el otro trabajo es urgente, le dice al soldador que en la misma estufa se lleve los dos tipos de electrodos para ahorrar tiempo. En primer lugar, no es recomendable mezclar electrodos de distintos tipos en una misma estufa puesto que no tienen las mismas propiedades y el soldador se puede equivocar a la hora de soldar con el incorrecto, además de no ser un procedimiento de trabajo seguro, de forma que la soldadura no sería válida y llevaría a la empresa a una No Conformidad. Volvemos a hacer hincapié en que la prevención está fuertemente relacionada con el orden y la limpieza, y, a su vez con los beneficios, puesto que, en el caso de que se levante una No Conformidad esta llevará unos sobrecostes que se traducen en unos beneficios menores porque hay que volver a realizar el trabajo a “coste 0”.

En cuanto a las normas que hay que respetar en un astillero en labores de orden y limpieza, las más importantes son las que se muestran a continuación:

- Todo trabajador estará obligado a comunicar a su responsable las anomalías que observe, atendiendo especialmente las que puedan producir un accidente de trabajo.

- Los materiales combustibles, como pinturas, disolventes, consumibles, etc., serán debidamente almacenados en un lugar adecuado conforme a la normativa correspondiente.
- Prohibido obstaculizar vías, pasos y salidas de emergencia.
- En el caso de que un trabajo no se termine por diversos motivos (descanso, fin de la jornada laboral, apertura de una No Conformidad, etc.), se recogerán todos los materiales, herramientas y cualquier otro equipo de trabajo implicado en el proceso productivo, llevándolo a su lugar correspondiente para evitar accidentes.



Figura 26. Orden y limpieza [36]

- Prohibido depositar objetos (materiales, máquinas, herramientas, etc.) en lugares elevados como andamios, puentes grúas, pasarelas, etc., ya que la caída de estos puede provocar accidentes graves e incluso la muerte.
- Bajo ningún concepto, ningún trabajador llevará consigo más material, herramientas y/o cualquier equipo del estrictamente necesario. Con este tipo de prácticas lo único que se consigue es la pérdida de material ya que se puede olvidar/perder, llevando a sobrecostes innecesarios a la empresa.
- Al final de la jornada laboral, una hora antes de que finalice la misma, los trabajadores recogerán la zona no dejando herramientas, materiales, etc. en zonas de paso, recogerán cableado eléctrico para evitar tropiezos, etc. de forma que, el puesto de trabajo se encuentre en perfectas condiciones para el día siguiente o para el siguiente turno de trabajo.
- En el caso de ser necesario, se desarrollará un plan de acción para evaluar todos los elementos a limpiar y distribuir responsabilidades, identificando los focos de suciedad, además de identificar nuevas formas que eviten que se acumule la suciedad en dichos focos.
- Eliminar la grasa, polvo, aceite o cualquier otro elemento presente en la maquinaria.
- Eliminar suciedad en mesas, estanterías, cajones.
- Eliminar residuos de virutas, madera, arenas, pinturas, cables del puesto de trabajo.
- Barrer los suelos y eliminar cualquier materia depositada.
- Fregar con desinfectantes los suelos y eliminar cualquier materia depositada.

Materiales sobrantes y residuos.

El objetivo general es determinar las acciones necesarias de modo que existan unas instrucciones claras sobre qué y cómo deben llevarse a cabo las acciones con el fin de mantener cualquier área del astillero en las mejores condiciones de salud, seguridad e higiene.

Las principales acciones necesarias para los materiales sobrantes y residuos son las siguientes:

- Identificación y correcta eliminación de los materiales sobrantes y residuos.
- Evitar las incidencias en la actividad diaria inducidas por la acumulación de materiales sobrantes y residuos o deterioro de los equipos.
- Adoptar un enfoque preventivo frente a los problemas que supone la suciedad en los talleres provocada por materiales sobrantes y residuos.
- Mantener las zonas de trabajo en perfecto estado, equipos e instalaciones en correcto funcionamiento y mantenimiento.
- Los materiales sobrantes y residuos tras finalizar los trabajos se depositarán debidamente seleccionados, ordenados y clasificados en los puntos limpios habilitados para ello. En caso de que no esté claro el lugar donde se han depositar los mismo se consultará con la Sección de Medio Ambiente del astillero.
- En el caso de que la retirada de residuos esté establecida en el contrato, se procederá a su retirada conforme al mismo.
- Desechar los contenedores de residuos si estos están llenos o próximos.
- Depositar todos los equipos y herramientas defectuosos en su lugar correspondiente al finalizar las tareas.
- Es compromiso de toda la organización tener conocimiento y aplicar las normas y estándares aprendidos durante el programa del Método 5S en cuanto a orden y limpieza, el cual se explicará más adelante
- Es compromiso de toda la organización mantener los puestos de trabajo en las mejores condiciones de orden, limpieza, seguridad e higiene, de acuerdo con el Método 5S.
- Las actividades de organización, orden y limpieza serán integradas regularmente como parte del trabajo diario.
- El jefe del área es responsable de que todos los trabajadores de su área tengan conocimiento del Método 5S.

- Se formará en el Método 5S en cuanto a la eliminación de residuos y material sobrante a los nuevos empleados que trabajen en las instalaciones mediante charlas/cursos internos, así mismo, los compañeros estarán a disposición de resolver cualquier duda que plantee el personal nuevo.
- Se notificará cualquier avería, fuga, rotura o mal estado de cualquier componente de trabajo de modo que la inspección de los mismos se realice de manera rutinaria en la jornada laboral.
- Es trabajo de todo el personal notificar, eliminar cualquier material sobrante o residuo detectado en la zona de trabajo y ayudar a su limpieza al resto de compañeros.
- Es tarea de todos mantener despejadas, visibles y bien señalizadas las vías de acceso y salidas de emergencia de la zona de trabajo y libres de material sobrante y residuos.



Figura 27. Materiales sobrantes y residuos [37]

Equipos contraincendios.

- Las zonas próximas a contraincendios se mantendrán ordenadas y sus accesos libres y no se obstaculizarán con objetos bajo ningún concepto.
- Dichos equipos serán utilizados única y exclusivamente para combatir fuegos.
- Cuando se utilice cualquier equipo contraincendios durante cualquier trabajo será comunicado al responsable de la zona, quien informará a la Sección Técnica de Prevención correspondiente, para su reposición.



Figura 28. Equipos contra incendios [38]

2.8 RIESGOS COMUNES

Los riesgos presentes en cualquier astillero son variados y diversos, dependiendo de múltiples factores, fundamentalmente se deben al proceso que estemos llevando a cabo y de si este se encuentra limpio, ordenado y es seguro, ya que como se ha explicado anteriormente los gremios que trabajan en un astillero son muy dispares. No tenemos que olvidar que una gran parte de estos trabajos se realizan a una altura considerable y en un espacio limitado, como, por ejemplo, los trabajos de pintura sobre un andamio. Otros, por ejemplo, emplean una gran cantidad de equipos y cargas de un gran peso con limitación del espacio que en ocasiones dificultan el desarrollo del mismo.

Estos riesgos pueden materializarse y normalmente lo hacen, a través de accidentes de trabajo. Por otro lado, existen otros riesgos que afectan de una forma más directa al organismo del trabajador dando lugar a lo que se denomina como *enfermedad profesional* [39] u otras enfermedades derivadas del trabajo como, por ejemplo, la exposición prolongada al amianto o asbesto durante la jornada laboral.

Las lesiones que provoca un accidente de trabajo suponen el mayor riesgo para la salud en el sector naval, obligando a tener unos servicios preventivos que actúen de forma eficiente y correcta sobre cualquier evento que pueda suceder, tanto a priori como a posteriori.

A continuación, se nombran las distintas causas de accidentes que se dan normalmente en un astillero:

Caídas.

- Al mismo nivel.
- A Distinto nivel.

- Caída por huecos.
- Caídas desde escaleras, escaleras de mano y pasarelas.



Figura 29. Caídas [40]

Caídas de objetos.

- Sobre los pies.
- Sobre otras partes del cuerpo.



Figura 30. Caída de objetos [41]

Equipos de trabajo.

- Herramientas
- Máquinas
- Máquinas de elevación

Fuego.

- Quemaduras por contacto con superficies calientes
- Salpicaduras
- Durante el proceso de soldeo (arcos de soldadura)



Figura 31. Riesgo por fuego [42]

Emisión de gases de efecto invernadero

- Dióxido de carbono
- Azufre
- Óxido nitroso

- Clorofluorocarbonados [29]

Trabajo en posición forzada

- Trabajos en posiciones no idóneas
- Soldadura con espejo
- Montajes de tubería en espacios confinados
- Trabajos con condiciones ambientales desfavorables.



Figura 32. Sobreesfuerzos [43]

Golpes con objetos.

- Móviles
- Inmóviles



Figura 33. Golpes [44]

Proyección de fragmentos o partículas.

- Operaciones de soldadura
- Trabajos sobre piezas de pequeño tamaño y no fijas.
- Herramientas generadoras de polvo en zonas de trabajo que no estén bien ventiladas.



Figura 34. Proyección de partículas [45]

Por otro lado, la incidencia de las lesiones serán las siguientes:

Según la zona afectada.

- Ojos
- Cabeza
- Manos
- Pies
- Cara
- Abdomen



Según las consecuencias.

- Esguinces
- Quemaduras
- Efectos de humo en el proceso de soldadura

2.8.1 Diferenciación de riesgos para la salud

Riesgos físico-ambientales.

- Calor (soldadura).
- Condiciones ambientales desfavorables para desarrollar trabajos (frío, calor, viento, nieve, niebla, etc.)
- Escasez de oxígeno en espacios confinados
- Problemas ergonómicos asociados a trabajos con poco espacio, manejo de cargas y materiales pesados.
- Ruido y vibraciones.

- Radiaciones ionizantes y no ionizantes.
- Riesgos eléctricos
- Salpicaduras de partículas que pueden impactar en diferentes partes del cuerpo, especialmente en los ojos.

Riesgo químico.

- Gases empleados en soldadura, corte o calentamiento de metales: Acetileno, propano y exceso de oxígeno.
- Dióxido de carbono empleado en soldadura.
- Humos de soldadura o de corte suelen contener ozono y óxido de nitrógeno derivados del efecto del calor sobre el aire.
- Humos producidos por la vaporización de los electrodos empleados en soldadura.
- Polvo originado por aislamientos.
- Productos químicos tóxicos presentes en pinturas.

2.8.2 Enfermedades Profesionales

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre [46]. En particular, en un astillero:

Como se ha comentado anteriormente, un astillero presenta un escenario peculiar en lo relativo a la prevención de riesgos laborales. La coordinación de las actividades empresariales es un elemento fundamental a la hora de obtener logros y de alcanzar resultados favorables, reduciendo la siniestralidad y disminuyendo las enfermedades profesionales. Entre los riesgos más característicos encontramos las caídas al mismo y distinto nivel, eléctricos, los relacionados con la utilización de máquinas automáticas, los químicos, los sobreesfuerzos, las quemaduras, etc. Una de las herramientas de las que se disponen para evitar males mayores son los EPI, pero de nada sirven si previamente no se imparte la formación adecuada.

Además, la imposición de normativas debe ir más allá de la burocracia ya que la documentación exigida debe ser un fiel reflejo del día a día de una estrategia viable que se materializa y forma parte de una cultura preventiva enraizada en la Dirección de la empresa y de todos sus empleados [47].

Una de las principales medidas que se pueden adoptar para prevenir enfermedades profesionales es realizar una evaluación de riesgos laborales para conocer cuáles son los riesgos y adoptar las medidas de prevención necesarias, formación e información para los trabajadores, realizar vigilancia de la salud [48], tanto inicial como periódica, para poder detectar de manera precoz cualquier enfermedad que se produzca o investigar los casos de enfermedades profesionales declaradas y poner medidas para evitar nuevos casos.

Por otro lado, podemos adaptar y cambiar de puesto a los trabajadores especialmente sensibles a determinados riesgos, realizar un mantenimiento adecuado de las instalaciones y lugares de trabajo y establecer pausas y descansos para evitar fatiga.

2.8.3 Medidas preventivas

Entendemos por medidas preventivas, todas aquellas acciones que se organizan en el seno de una empresa con el objetivo de conseguir eliminar los accidentes de trabajo, o, en su caso, todas aquellas situaciones peligrosas o de riesgo que eventualmente puedan serlo.

Por un lado, distinguimos dentro de este mismo apartado, toda la organización que se establezca para que la prevención sea posible, y como mínimo será la prevista legalmente. Esta planificación junto con los medios humanos, materiales y técnicos que posea la empresa serán de por sí la base de cualquier acción en este campo.

En el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (31/1995, de 8 de noviembre): Principios de la acción preventiva observamos que el empresario tiene que aplicar las medidas que integren el deber general de prevención con arreglo a los siguientes principios generales:

- a) Evitar los riesgos.
- b) Evaluar los riesgos que no se puedan evitar.
- c) Combatir los riesgos en su origen.
- d) Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud.
- e) Tener en cuenta la evolución de la técnica.

- f) Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro.
- g) Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- h) Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- i) Dar las debidas instrucciones a los trabajadores.
- j) Mantener limpias y ordenadas las zonas de trabajo y las zonas de paso.

Por otro lado, el empresario tomará las capacidades profesionales de los trabajadores en materia de seguridad y de salud en el momento de encomendarles las tareas y adoptará las medidas necesarias con el fin de garantizar que sólo los trabajadores que hayan recibido información suficiente y adecuada puedan acceder a las zonas de riesgo grave y específico, de forma que la efectividad de las medidas preventivas deberá prever las distracciones o imprudencias no temerarias que pudiera cometer el trabajador.



CAPÍTULO 3. RIESGOS GENERALES

3.1 CAÍDAS A DISTINTO NIVEL

Se denomina caída a distinto nivel a cualquier caída desde el nivel que en un momento está pisando la persona a otro nivel situado por debajo de él.

Causas que pueden provocar una caída a distinto nivel

- Trabajos en altura.
- Andamios con accesos inadecuados y/o mal contruidos.
- Ausencia de barandillas.
- Agujeros en pisos sin protección.
- Falta de orden y limpieza en la zona de trabajo.
- Accesos a la zona de trabajo por lugares no habilitados para ello.
- No utilizar/ utilizar de forma inadecuada los arneses anticaídas en trabajos en altura.
- Manipulación indebida de equipos de elevación como grúas, eslingas, ganchos, etc.
- Iluminación deficiente en la zona de trabajo.
- Choques con estructuras de maquinaria móvil, cargas suspendidas, manipulación inadecuada, etc.
- Utilización de escaleras de forma inadecuada.

Medidas de prevención para evitar caídas a distinto nivel

- Acceder a las zonas de trabajo por los accesos preparados para ello.
- Utilización de forma correcta de arnés anticaídas en trabajos en altura.
- No manipular los andamios.
- No acceder a zonas de trabajo de los elementos auxiliares como andamios, escaleras, iluminación, etc. No son los adecuados o su colocación es deficiente para el correcto desarrollo del trabajo que se va a realizar.

- Consultar con el inmediato superior ante cualquier deficiencia detectada para que adopte las medidas oportunas.
- Mantener el puesto de trabajo en unas condiciones de orden y limpieza adecuadas.
- Cuando los operarios manejen cargas o elementos móviles deberán actuar de forma que se eviten posibles choques con andamios, personas, otros elementos, etc.

3.2 CAÍDAS AL MISMO NIVEL

Se denomina caída al mismo nivel a cualquier caída desde el mismo nivel del suelo sobre el que se está pisando.

Causas que pueden provocar una caída al mismo nivel

- Derrames de líquidos en el suelo.
- Elementos auxiliares como tornillos, cables de máquinas de soldadura, herramientas, etc. en zonas de paso.
- Falta de orden y limpieza en general.
- Colocación de equipos y materiales en zonas de paso.
- Acceso a zonas de trabajo por lugares no habilitados para ello.
- No utilizar calzado de protección antideslizante.
- Descuidos, exceso de confianza, etc.

Medidas de prevención para evitar caídas al mismo nivel

- Consultar con el inmediato superior para que solucione cualquier incidencia que se detecte.
- Mantener el puesto de trabajo en unas condiciones de orden y limpieza adecuadas.
- Acceder a las zonas de trabajo por los lugares establecidos para ello.
- Utilizar calzado de protección antideslizante.
- En caso de que se produzca un derrame de líquidos se tendrá que limpiar la zona o avisar a la empresa correspondiente para que se limpie de forma inmediata para que se pueda seguir trabajando con normalidad.

3.3 CHOQUES CONTRA OBJETOS INMÓVILES

Se denomina choque contra objetos inmóviles a cualquier golpe de un trabajador contra un elemento fijo, en el lugar donde lleva a cabo su trabajo.

Causas que pueden provocar choques contra objetos inmóviles

- Espacios de trabajo reducidos como espacios confinados, tanques de purgas, cofferdams, tanques de achique, etc.
- Mala ordenación del proceso de trabajo.
- No cumplir con las normas y procedimientos de trabajo.
- No utilizar o utilizar de forma inadecuada los EPI (casco, botas, mono de trabajo, guantes, etc.).
- Falta de orden y limpieza.
- Utilización de herramientas inadecuadas para un proceso de trabajo determinado.
- Iluminación inadecuada.
- Descuidos, exceso de confianza, etc.

Medidas de prevención para evitar choques contra objetos inmóviles

- Realización de trabajos en espacios confinados con más precaución de lo habitual.
- Utilización de los EPIs de forma adecuada.
- No favorecer el desorden y la falta de limpieza en el lugar de trabajo.
- Utilización de herramientas adecuadas para los procesos de trabajo determinados.
- No acceder a espacios confinados sin unas condiciones de iluminación óptimas.
- Se recomienda que el operario lleve en espacios cerrados una linterna antideflagrante en el caso de que falle la iluminación general de la zona de trabajo.

3.4 GOLPES Y ATRAPAMIENTOS POR OBJETOS Y HERRAMIENTAS

Se denomina golpes y atrapamientos por objetos y herramientas a cualquier golpe o atrapamiento que sufre una persona en su trabajo como consecuencia de las herramientas que utiliza o de los objetos que manipula o que están a su alrededor.

Causas que pueden provocar un golpes y atrapamientos por objetos y herramientas

- Utilización inadecuada de materiales y herramientas para realizar trabajos.
- Procesos de trabajo inadecuados.
- Herramientas en mal estado.
- Falta de orden y limpieza en los lugares de trabajo.
- No utilizar o utilizar de forma inadecuada los EPI (casco, botas, gafas de seguridad, mono de trabajo, guantes, etc.).
- No cumplir con las normas y procedimientos de trabajo.
- Descuidos, exceso de confianza, etc.
- Falta de mecanismos de seguridad en herramientas.



Figura 35. Atrapamiento [49]

Medidas de prevención para evitar golpes y atrapamientos por objetos y herramientas

- Utilizar correctamente herramientas y materiales.
- Establecer procedimientos de trabajos correctos y seguros.
- Desechar las herramientas que se encuentren en mal estado y sustituirlas por otras que estén en condiciones óptimas.
- Utilizar de forma adecuada los EPI (casco, botas, gafas de seguridad, mono de trabajo, guantes, etc.)
- Prestar atención a los trabajos que se han de realizar.
- Realizar periódicamente un mantenimiento de las herramientas que se utilizan diariamente y enviarlas a reparar en cuanto se detecte el menor indicio de avería.

- Mantener limpia y ordenada la zona de trabajo.
- No almacenar más material del necesario en la zona donde se va a trabajar.

3.5 SOBRESFUERZOS

Se denomina sobreesfuerzo a cualquier lesión de tipo muscular (lumbalgia, tirones, etc.) producida a un trabajador como consecuencia de una actuación en su puesto de trabajo.

Causas y situaciones que pueden provocar sobreesfuerzos

- Utilización inadecuada de herramientas.
- Levantamiento de materiales/equipos de forma inadecuada (lumbalgia, tirones, etc).
- Esfuerzos musculares prolongados por el tipo de trabajo realizado.
- Trabajos repetitivos.
- Posturas de trabajo forzadas.
- Procedimientos de trabajo incorrectos.

Medidas de prevención para evitar sobreesfuerzos

- Utilización de herramientas de manera adecuada al trabajo requerido.
- Levantamiento de materiales/equipos de forma correcta.
- No forzar la postura de trabajo y trabajar en la posición más cómoda, en especial si el trabajo realizado se realiza de forma prolongada y es repetitivo.
- Actuar de forma que se adecue el trabajo a nuestras actitudes y no al revés.

3.6 ACCIDENTES EN OJOS

Los accidentes en los ojos se producen por la proyección sobre los ojos de partículas, líquidos y radiaciones producidas en los diferentes procesos de trabajo.

Causas y situaciones que pueden provocar accidentes en ojos

- No utilizar gafas de seguridad y/o pantallas de protección.

- Utilización de herramientas en las malas condiciones con proyección de partículas al golpearla, como, por ejemplo, calzado con cuñas, esmerilar una soldadura, calafatear defectos, etc.
- Falta de limpieza en la zona de trabajo que provoca generación de polvo.
- Salpicaduras de líquidos.
- Radiaciones ultravioletas y lumínicas en procesos de soldadura eléctrica y oxicorte.
- Operaciones de trabajo incorrectas.
- Trabajos de chorreado que inciden sobre los operarios que están alrededor.
- Falta de coordinación entre trabajos.
- Incumplimiento de las normas de seguridad e higiene para trabajos en los que puedan provocar proyecciones sobre los ojos.

Medidas de prevención para evitar accidentes en los ojos

- Utilización correcta de las gafas de seguridad y/o pantallas de protección durante todo el proceso y no solo en el momento de realización de los trabajos con riesgo de proyección de partículas (soldadura, oxicorte, esmerilado, golpeo de herramientas, etc.)
- Desechar herramientas defectuosas para evitar accidentes.
- Cumplir las normas de seguridad e higiene en la zona de trabajo.
- Coordinación adecuada de los trabajos.
- Proteger adecuadamente las zonas adyacentes de las zonas de chorreo.



Figura 36. Obligatorio uso de gafas [50]

3.7 INCENDIOS Y EXPLOSIONES

Causas y situaciones que pueden provocar incendios y explosiones

- Formación de atmósferas inflamables y/o explosivas en procesos de pintado, escapes de gases combustibles y limpieza con disolventes.

- Mangueras de oxígeno y gas combustible con empalmes flojos, poros y/o mal ajustadas al soplete y/o a la nodriza [51].
- Nodrizas y conducciones de oxígeno-gas combustible con fugas.
- Retrocesos del soplete.
- Residuos combustibles diseminados por todas las zonas de trabajo.
- Alumbrado deficiente.
- Trabajos en caliente, sin comprobación de las zonas de alrededor y no tomando las medidas preventivas oportunas.
- Falta de coordinación de trabajos.
- Incumplimiento de las normas de seguridad establecidas.



Figura 37. Incendio en astillero de Pontevedra [52]

Medidas de prevención para evitar incendios y explosiones

- Mantenimiento de las mangueras y soplete en buen estado de funcionamiento, revisando periódicamente que no haya empalmes mal ajustados.
- Apretar las mangueras al soplete y la nodriza con las llaves correspondientes, nunca con las manos.
- Recoger las mangueras al finalizar la jornada de trabajo, retirando el soplete y soltándolas de la nodriza.

- Antes de empezar con operaciones de corte, cerciorarse de la existencia de materiales que pueden arder en la zona de influencia del soplete y retirarlos en caso de que sea necesario.
- En trabajos de pintura será necesario utilizar equipos eléctricos antideflagrantes.
- Respetar las normas de seguridad.
- Coordinación de trabajos.
- No trabajar con fuego en zonas en las que se esté pintando o en el área de influencia.
- Mantener la zona de trabajo limpia y ordenada, retirando los restos de materiales que puedan arder.

3.8 RIESGOS ELÉCTRICOS

Un riesgo eléctrico es cualquier situación en la que existe la posibilidad de que una persona entra en contacto con la corriente eléctrica.

Causas y situaciones que pueden provocar riesgos eléctricos

- Contactos eléctricos accidentales en trabajos de mantenimiento y reparación eléctrica.
- Falta de dispositivos de seguridad como detectores de tensión, equipos de puesta a tierra y cortocircuito, alfombras aislantes, etc.
- Contactos eléctricos con cables pelados, pinzas de soldar, etc.
- No utilizar guantes de seguridad en trabajos de soldadura.
- Contactos eléctricos al descubierto en máquinas de soldar debido a no realizar un correcto mantenimiento de las mismas.
- Acceso de personal no autorizado ni cualificado a centros de transformación.
- Manipulación indebida de cuadros de tensión.



Figura 38. Riesgos eléctricos [53]

- Utilización de tensiones inadecuadas en espacios cerrados y muy conductores, como bodegas, cofferdams, tanques de achique, etc.
- Manipular pinzas de soldar sin calzado de seguridad estando mojado.
- No cumplir las normas de seguridad en trabajos con riesgo eléctrico.

Medidas de prevención para evitar riesgos eléctricos [54]

- Antes de utilizar cualquier aparato o instalación, asegurándose de su perfecto estado, en caso de no ser así, comunicarlo a su responsable directo para que retire dicho equipo hasta que no esté en perfecto estado para su utilización.
- No alterar ni modificar los dispositivos de seguridad y botones de mando.
- Utilizar calzado y guantes de seguridad en zonas de trabajo en las que existan riesgos eléctricos.
- No utilizar aparatos eléctricos ni instalaciones cuando están mojados, o si el operario está mojado.
- En caso de que se produzca una avería desconectar el aparato.
- Cumplir las normas de seguridad en trabajos con riesgo eléctrico.
- Utilizar siempre tensiones adecuadas, en trabajos de iluminación será obligatorio utilizar 24V.

3.9 RUIDO

En multitud de trabajos que se realizan en un astillero debido a la exposición durante un largo periodo de tiempo a niveles de presión acústica, el ruido puede provocar traumas acústicos, hipoacusia por ruido y pérdida de audición temporal o permanente.

Causas y situaciones que pueden provocar ruido

- Golpes de herramientas.
- Desprendimientos de cargas.
- Esmerilado con herramientas mecánicas manuales.
- No utilizar equipos de protección auditiva (tapones,



Figura 39. Ruido [55]

orejeras).

- Herramientas y procesos de trabajo inadecuados.
- En general, cualquier trabajo que suponga contactos entre elementos mecánicos.

Medidas de prevención para evitar malestar por el ruido

- Utilización de equipos de protección auditiva.
- Mejora de procesos que eviten golpes.
- Si el trabajo es repetitivo hacer pequeños descansos para evitar exposiciones al ruido prolongadas.
- No colocar elementos que vibren sobre superficies metálicas.
- Depositar cargas suavemente, no dejándolas caer bruscamente o desprendiéndose.



Figura 40. Protección acústica [56]

3.10 ATMÓSFERA Y MEDIO AMBIENTE

Se produce como resultado de la emisión al medio ambiente de trabajos de humos, gases y partículas procedentes del propio proceso productivo.

Causas y situaciones que pueden provocarlo

- Ausencia de ventilación y extracción localizada, por ejemplo, en un espacio confinado.
- Colocación y utilización defectuosa de los equipos de ventilación.
- Procesos de soldadura, corte con soplete, corte con radial, etc.
- Aglomeración de personas en espacios reducidos (espacios confinados, zonas de paso, etc.).
- Trabajos de pintura y chorreado.
- Equipos y maquinaria en mal estado.
- Falta de coordinación entre las distintas actividades que operan en una misma zona de trabajo.

- Proceso productivo inadecuado.
- No respetar las normas de seguridad.
- Falta de orden y limpieza en la zona de trabajo.

Medidas de prevención para evitar

- En procesos de soldadura, será necesario utilizar siempre ventilación general y extracción localizada.
- Si no se dispone de autorización de trabajos especiales, o de las medidas preventivas propuestas (EPI, ventilación adecuada, permisos de trabajo firmados, delimitación de zonas mediante baliza, etc.), bajo ningún concepto se podrán comenzar a realizar los trabajos correspondientes hasta que se disponga de dicha autorización firmada y sellada por el responsable. Si durante el transcurso de los trabajos cambiaran de forma sustancial las condiciones, de las instalaciones que intervienen o la duración del trabajo fuera superior a la prevista desde un primer momento, deberá renovarse la autorización correspondiente.
- En caso de que sea necesario, utilizar elementos de protección personal respiratorios (mascarillas de oxígeno, mascarillas equipos de respiración autónoma, etc.).
- Ante cualquier duda que se tenga, consultar con su inmediato superior para que se adopten las medidas oportunas.
- Respetar las normas de seguridad para la correcta realización de los trabajos.
- Mantener la zona lo más ordenada y limpia posible.



Figura 41. Equipo de respiración autónoma [57]

3.11 NORMAS BÁSICAS GENERALES

Las normas básicas generales que han de respetarse en cualquier astillero son las siguientes:

- a. Cualquier operario utilizará siempre ropa de trabajo y los EPI correspondientes mínimos para acceder a la zona de trabajo; botas de seguridad, casco, guantes, gafas de seguridad, etc. y específicamente utilizará los EPI que

- requiera su puesto de trabajo; arneses anticaídas si trabaja en altura, mascarilla, si realiza trabajos de pintura, protecciones auditivas si realiza trabajos con maquinaria automática, etc.
- b. Respetar las instrucciones de seguridad que ordene el mando inmediato al inicio, transcurso y fin de la jornada de trabajo, y si en el transcurso de la misma si se observa cualquier situación que pueda provocar algún riesgo, comunicarlo en la mayor brevedad posible para interrumpir los trabajos si es necesario.
 - c. Todo trabajador tiene que conocer las normas e instrucciones de seguridad que afecten a su puesto de trabajo. Respetar dichas normas y nunca alterarlas bajo ningún concepto. Si no se conocen, se pedirán al mando inmediato superior y éste las facilitará.
 - d. Comprobar la zona de trabajo, herramientas y equipos antes de iniciar las correspondientes tareas y utilizarlos adecuadamente. En caso de que haya herramientas y equipos defectuosos, apartarlos, no utilizarlos y comunicarlo al mando intermedio para que no se utilicen hasta que se encuentren en perfecto estado.
 - e. Bajo ningún concepto, se trabajará en instalaciones, ni con herramientas y máquinas que se desconozcan. Si se tienen dudas se preguntará al mando intermedio antes de empezar con los trabajos.
 - f. Prestar especial atención a los productos químicos peligrosos o desconocidos, sopletes, pinturas, grúas y elementos de maniobra, gases en espacios cerrados, andamios y accesos, incendios y electricidad. Estos riesgos son los principales causantes de los accidentes más graves en cualquier astillero.
 - g. Conservar el puesto de trabajo limpio y ordenado, respetar las zonas de acceso y comunica en caso de detectar irregularidades al mando intermedio correspondiente. No deposites materiales en los pasillos que dan acceso a la zona de trabajo y no obstaculizar los equipos de intervención, como hidrantes, extintores, teléfonos de emergencia, duchas de emergencia, etc.

- h. Respetar los medios de seguridad instalados para prevenir los diferentes riesgos asociados a cada una de las zonas de trabajo, como extractores, andamios, tomas de tierra, tapas de acceso a un tanque, etc.
- i. No arrojar materiales, herramientas u otros objetos en alturas, ni los arrojes de un nivel a otro.
- j. Antes de subir a un andamio o acceso al mismo, comprobar que está señalizado y autorizado, en caso de que esté señalizado como “fuera de servicio” junto con una baliza estará prohibido utilizarlo.
- k. No pasar bajo ningún concepto bajo cargas suspendidas, ni manipules elementos en movimiento.
- l. En el caso de realizar trabajos especiales, será necesario pedir la autorización correspondiente, estos trabajos pueden ser, trabajos en caliente, en frío, en espacios confinados, eléctricos, etc. Si no se dispone de dicha autorización quedará terminantemente prohibido realizar los mismos, en caso de realizar los trabajos sin previa autorización conllevará una No Conformidad/Anomalía para la empresa infractora.
- m. Nunca se debe trabajar sólo en espacios confinados, o cerrados sin la presencia de algún compañero (vigilante).
- n. Colabora en la seguridad de los compañeros que trabajan en tus inmediaciones, advirtiéndoles de los riesgos que detectes y comunica al mando intermedio correspondiente todo lo que consideres que puede mejorar la seguridad de la zona de trabajo.
- o. La circulación de los vehículos en el interior del astillero será de una velocidad máxima de 30 km/h.

3.12 RIESGOS POR GREMIO

Los riesgos que se han explicado en los puntos anteriores son comunes para cualquier puesto de trabajo de un astillero. A continuación, se explicarán los riesgos específicos asociados a cada uno de los gremios nombrados anteriormente.

3.12.1 Soldador

Los distintos procesos de soldadura implican una serie de riesgos laborales de diversa naturaleza.

- **Riesgos relacionados con la energía.**
 - Energía eléctrica. Pueden ocasionar electrocuciones, quemadura, etc.
 - Llamas, en forma de quemaduras, incendios, etc.
 - Gases. Como explosiones, incendios, quemadura, etc.

- **Riesgos relacionados con el proceso de soldar.**
 - Generación de radiaciones no ionizantes que pueden provocar irritaciones en los ojos y en la piel.
 - Generación de gases dependiendo del electrodo utilizado, temperatura a la que funde, etc. perjudicial para la salud si se inhalan.
 - Generación de humos tóxicos. Mismos efectos que con los gases.

- **Riesgos relacionados con el proceso de después de soldar.**

Procesos como amolado, limpieza, cepillado, etc.

 - Generación de gases y humos de la maquinaria utilizada para la limpieza de la soldadura por parte del calafate.

- **Riesgos relacionados con las condiciones donde se realiza el trabajo.**
 - Altura
 - Espacios confinados
 - Zonas de difícil acceso.
 - Recintos cerrados.

El conocimiento de estos riesgos junto con los riesgos comunes a los que están sometidos los soldadores y la correcta aplicación de las medidas preventivas es fundamental para evitar los distintos accidentes y enfermedades profesionales derivados del desarrollo de todo el proceso de soldadura.

3.12.2 Inspector de Construcciones Soldadas

Los riesgos asociados a un inspector de construcciones soldadas son similares por no decir idénticos a los de un soldador, porque es la persona que “controla” el trabajo del soldador, antes, durante y después de que se realice la soldadura, por lo que tiene que estar junto al soldador en todo momento.

3.12.3 Almacenero/pañolero

En general, los riesgos presentes con los trabajos relacionados con la logística y los accidentes más preocupantes son los trastornos músculo-esqueléticos, derivados de la manipulación de cargas de diversos tamaños y pesos. Dichos trastornos se manifiestan en forma de lesiones en diversas partes del cuerpo y que pueden llevar a lesiones crónicas en el trabajador.

Por otro lado, otros accidentes que se producen con bastante frecuencia son los golpes contra objetos, cortes, contusiones, torceduras, etc. debido al trabajo repetitivo.

En resumen, los riesgos más comunes son los siguientes:

- Riesgo de caídas al mismo nivel, pisadas sobre objetos.
- Riesgo de caída de cargas en distinta altura por mala colocación.
- Caídas de objetos suspendidos en puentes grúa.
- Riesgo de lesiones dorsolumbares y sobreesfuerzos al manipular material de peso elevado, o al realizar movimientos repetitivos con cargas de distintos pesos.

3.12.4 Calderero

En un astillero, un calderero los principales materiales con los que trabaja son los aceros al carbono y en casos excepciones con acero inoxidable.

Por tanto, los riesgos asociados a su trabajo serán parecidos a los de soldador. Los más habituales son los siguientes:

- Proyecciones de partículas al picar, cepillar o amolar la escoria de un cordón de soldadura.
- Lesiones debido a las posturas forzadas durante las operaciones de soldadura o limpieza de ésta.
- Quemaduras al tocar estructuras que se encuentran a altas temperaturas.
- Movimiento de cargas, objetos, equipos, etc. que pueden provocarle lesiones, torceduras, caídas, etc.

- Realización de trabajos sobre suelos húmedos.

3.12.5 Tubero

Los riesgos a los que está expuesto un tubero también son similares a los de un soldador ya que también realiza procesos de soldadura.

- **Riesgos relacionados con el proceso de soldar.**
 - Generación de radiaciones no ionizantes que pueden provocar irritaciones en los ojos y en la piel.
 - Generación de gases dependiendo del electrodo utilizado, temperatura a la que funde, etc. perjudicial para la salud si se inhalan.
 - Generación de humos tóxicos. Mismos efectos que con los gases.
- **Riesgos relacionados con el proceso de después de soldar.**

Procesos como amolado, limpieza, cepillado, etc.

 - Generación de gases y humos de la maquinaria utilizada para la limpieza de la soldadura por parte del calafate.
- **Riesgos con el fluido de prueba.**

Una vez que se han realizado las soldaduras y los posteriores repasados y limpieza de las mismas se realizan pruebas para comprobar que las líneas tuberías utilizadas para, por ejemplo, llenar un tanque no tienen fugas de ningún tipo. Para ello se realizan pruebas de estanqueidad con diferentes fluidos. Las pruebas de estanqueidad se pueden realizar de distintas formas, y, dependiendo del fluido de prueba utilizado este puede ser corrosivo para la piel, ojos etc. Las pruebas más habituales son las siguientes:

 - Ensayo de vacío. Se utiliza una bomba de vacío con un fluido de prueba para comprobar la estanqueidad del circuito.
 - Ensayo directo de burbuja. Se introduce en el circuito un fluido burbujeante mezclado con oxígeno del exterior, de forma que, si hay alguna fuga ésta se detecta rápidamente
 - Ensayo de medición de presión. Esta prueba se realiza para detectar si hay componentes defectuosos en la instalación si se conoce el volumen total de agua, la presión y la diferencia de presión en el tiempo, de forma que, si varía la presión habrá una fuga en la instalación.

3.12.6 Mecánico

Si nos centramos en los riesgos laborales más comunes de un mecánico que trabaja en un taller de motores estos son los siguientes:

- Caídas al mismo nivel. Es necesario delimitar las zonas de paso y señalarlas correctamente para evitar golpes con maquinaria del taller como bobinas, máquinas, herramientas, etc.
- Caídas a distinto nivel. En el caso en el que en el taller haya que trabajar sobre andamios, fosos, etc. habrá que delimitar correctamente las zonas al igual que con las zonas propensas a caídas del mismo nivel. Otro aspecto importante es revisar antes de su utilización los andamios y los arneses de seguridad para asegurarnos de que están en perfecto estado, de lo contrario no se podrá realizar el trabajo.
- Lesiones. En un taller mecánico se utilizan una amplia variedad de herramientas y los operarios deben de contar con la formación necesaria para su utilización para evitar posibles lesiones. Además, tanto herramientas como equipos de trabajo (máquinas, puentes grúa, etc.) deben seguir un mantenimiento periódico que asegure que se encuentran en perfectas condiciones para que sean utilizadas.
- Inhalación de productos químicos. En un taller es habitual que el operario este expuesto a inhalaciones de combustible, disolventes, aceite, etc. por lo que puede convertirse en un riesgo para el sistema respiratorio si no se equipan con máscaras protectoras durante el transcurso de la jornada laboral.
- Quemaduras. Las operaciones de soldadura o la manipulación de baterías, bobinas, etc. pueden ocasionar quemaduras.
- Daños en el aparato auditivo. El ruido de motores, compresores, bombas, etc. es muy habitual en cualquier taller de esta índole por lo que es necesario proteger el aparato auditivo para evitar problemas como la sordera crónica en el futuro.

3.13 EPIS MÁS COMUNES POR GREMIO

3.13.1 Soldador

Las tareas que hace un soldador son complejas y siguen una serie de pasos de seguridad que evitarán accidentes y lesiones derivadas, así como la utilización eficiente del siguiente equipo imprescindible:

Máscara de soldar. Diseñada para cubrir la cara, el cuello y en especial los ojos ante la radiación que pueda ser emitida de la soldadura, además del material incandescente y quemaduras que puedan generarse.

Guantes para soldar. Son guantes especiales y largos a base de cuero, con el objetivo de proteger las manos y los brazos de quemaduras.

Mascarillas. Ayuda a evitar el ingreso de partículas tóxicas al sistema respiratorio.

Capucha. Protege al cuero cabelludo de las partículas y chispas.

Protectores auditivos (tapones). Protegen los oídos del sonido y del ingreso del material de la soldadura.

Calzado de seguridad. Es un calzado que protege el pie de quemaduras, partículas, golpes, etc.

Cremas barrera. Si el tiempo de exposición es muy elevado a pesar de llevar guantes de protección.

Ropa de seguridad. Esta es ropa que debe ser antiestática e ignífuga para ofrecer una protección completa al cuerpo del soldador y que no quede ninguna parte expuesta a las partículas o chispas de la soldadura.

Arnés de seguridad. Para trabajos en los que sea necesario por ser zonas de difícil acceso.

3.13.2 Inspector de construcciones soldadas

Como se ha comentado anteriormente un inspector de construcciones soldadas “controla” el trabajo del soldador, por tanto, está en la misma zona de trabajo, por tanto, el los EPIS que tiene que llevar como mínimos son los siguientes:

Guantes para soldar. Son guantes especiales y largos a base de cuero, con el objetivo de proteger las manos y los brazos de quemaduras.

Mascarillas. Si lo considera necesario, por ejemplo, en un espacio confinado, en un tanque, etc.

Casco de seguridad. Fundamental para evitar golpes con la estructura de acero del buque, evitando contusiones, cortes, etc.

Protectores auditivos (tapones). En el caso de que se realicen operaciones que puedan perjudicar el oído como operaciones de limpieza y amolado con herramientas como radiales, pirulos, esmeriladoras, etc.

Calzado de seguridad. Obligatorio para cualquier trabajo del astillero.

Gafas de seguridad. Por posibles proyecciones y partículas durante el proceso de soldadura y limpieza de la misma.

Ropa de seguridad. De las mismas características que la del soldador.

3.13.3 Almacenero/pañolero

Un almacenero/pañolero está en el centro logístico (almacén/pañol) y los EPIs que tiene que ser son prácticamente los mismos que los del inspector de construcciones soldadas pero los riesgos son más leves, ya que su puesto de trabajo siempre es la nave habilitada para ello y los riesgos están más “acotados”. Dichos EPIs son los siguientes:

Gautes de protección. Utilizados para tareas como el manejo manual de cargas, objetos cortantes, herramientas, máquinas, etc. También son necesarios si se manipulan productos químicos, como, por ejemplo, disolventes, reveladores, etc. utilizado en inspecciones de líquidos penetrantes después de limpiar las soldaduras.

Mascarillas. Si lo considera necesario, por ejemplo, en un espacio confinado, en un tanque, etc.

Casco de seguridad. En el momento en que manipulen cargas o en situaciones que se utilice un puente grúa en la zona de trabajo, etc.

Calzado de seguridad. Como se ha comentado, es obligatorio sea cual sea el trabajo desarrollado en el astillero.

Ropa de seguridad. Ídem cualquier trabajo.

3.13.4 Calderero

En el caso de un calderero los EPIs mínimos para desempeñar las tareas correspondientes son los siguientes:

Protección respiratoria. Utilizada para bloquear el paso de los distintos contaminantes que afectan al aparato respiratorio como polvo, aerosoles, humo, gases, agentes biológicos, etc. Según el tipo de trabajo se utilizarán mascarillas autofiltrantes o máscaras completas debido al tiempo de exposición del trabajador.

Guantes de soldar. Son guantes con el objetivo de proteger las manos y los brazos de quemaduras, irritaciones, cortes, etc.

Protectores auditivos (tapones). Protegen los oídos de los ruidos que ocasionan las herramientas de limpieza.

Calzado de seguridad. Es un calzado que protege la piel de los tobillos de chispas, partículas y golpes.

Ropa de seguridad. Mismas características que en los casos anteriores.

Crema barrera. Misma razón que el soldador.

Arnés de seguridad. Misma razón que el soldador.

3.13.5 Tubero

Los equipos de protección individuales utilizados por un tubero son exactamente los mismos que los que utiliza un calderero puesto que los trabajos que realizan son muy parecidos, la diferencia es que el tubero suelda tuberías y elementos de unión de estas y los caldereros sueldan y reparan elementos de acero como chapas, perfiles, láminas, etc.

3.13.6 Mecánico

Por último, al realizar mantenimiento de motores, máquinas y sistemas auxiliares de los distintos buques, los EPIs más comunes son los siguientes:

Guantes de protección. Debido a la gran cantidad de herramientas que manejan para realizar los mantenimientos correspondientes, evitando cortes, contusiones, etc.

Máscaras protectoras. Para proteger el sistema respiratorio de combustible, resinas, anticongelantes, disolventes, etc.

Protectores auditivos (tapones). El tiempo de exposición en operaciones de mantenimiento al ruido de un mecánico es más elevado que en el resto de gremios, por lo que son todavía más necesarios.

Calzado de seguridad. Ídem resto de gremios.

Cremas barrera. Al ser el tiempo de exposición muy elevado en las operaciones de mantenimiento.

Gafas de seguridad. Por posibles proyecciones de líquidos de limpieza, salpicaduras y suciedad en operaciones de mantenimiento.

Ropa de seguridad. Ídem resto de gremios.

Arnés de seguridad. Para trabajos en los que sea necesario por ser zonas de difícil acceso.



CAPÍTULO 4. ACTUACIÓN ANTE EMERGENCIAS

4.1 CONOCIMIENTO DEL MEDIO

Una actuación rápida y eficaz ante una situación de emergencia es vital para evitar trágicas consecuencias para personas y bienes.

A lo largo de este Capítulo se expone de forma breve para que el lector se sitúe y tenga una idea general de cómo hay que actuar ante emergencias.

Por ejemplo, ante un fuego en fase incipiente puede ser suficiente la intervención con un extintor, pero si no actuamos con celeridad y precisión ante el foco la situación puede tornarse incontrolable.

Por tanto, es muy importante el conocimiento y aplicación del protocolo de emergencias como elemento imprescindible de gestión ante situaciones críticas.

Para ello, cada uno de los trabajadores debe poner especial atención a cualquier posibilidad de emergencia y conocerá convenientemente el medio en el que se desarrolla su trabajo (taller, buque, grada, etc.).

Para ello, los trabajadores tienen que conocer:

- Los caminos, vías y salidas de evacuación.
- Interpretar correctamente la señalización de seguridad.
- Conocer el manejo de los medios de lucha contra incendios en caso de que ante una situación de emergencia.
- Protocolo de actuación de emergencias.

4.2 EJEMPLOS DE SEÑALIZACIÓN

En cualquier astillero podemos ver señalizaciones en la entrada a talleres, espacios confinados, zona de paso de este tipo:



Figura 42. Obligaciones [58]



Figura 43. Peligros [59]

4.3 CLASIFICACIÓN DE EMERGENCIAS

Podemos clasificar las emergencias en los siguientes tipos.

4.3.1 Conato de Emergencia

Un conato de emergencia [60] se produce cuando el siniestro, por su magnitud, puede ser controlado y dominado de forma sencilla por el personal de los operarios de la zona y con los medios propios disponibles (bomberos).

Los conatos de emergencia son *pequeñas* emergencias, como fuegos, incidentes o accidentes que no requieren poner en marcha otras medidas para subsanarlos.

4.3.2 Emergencia Parcial

Cuando la evolución de un siniestro hace necesaria la intervención de equipos de intervención de fuera de la zona de trabajo, pero la emergencia no sobrepasa el sector en el que se ha originado, ni afecte al normal funcionamiento de la actividad. En otras palabras, no precisa de ayuda externa [61]. También se incluyen los accidentes e incidentes graves que puedan atender con los medios propios existentes en la empresa.

4.3.2 Emergencia General

Una emergencia general [62] se produce cuando el siniestro, por su importancia, precisa de ayuda externa para subsanarlo. También se incluyen los accidentes e incidentes graves que no se pueden atender con los medios propios existentes en la empresa.

4.4 DETECCIÓN Y ALARMA

Por detección y alarma entendemos el hecho de descubrir y avisar que hay una situación de emergencia.

La forma de detectar una emergencia puede ser:

- Detección personal
- Instalaciones de detección automática

4.5 ACTUACIÓN ANTE UN CONATO DE EMERGENCIA

En el caso de que el conato de emergencia sea eléctrico, se cortará el suministro de energía que lo originó.

En el caso de que se produzca una posible situación de incendio, utilice el extintor o medio adecuado más próximo.

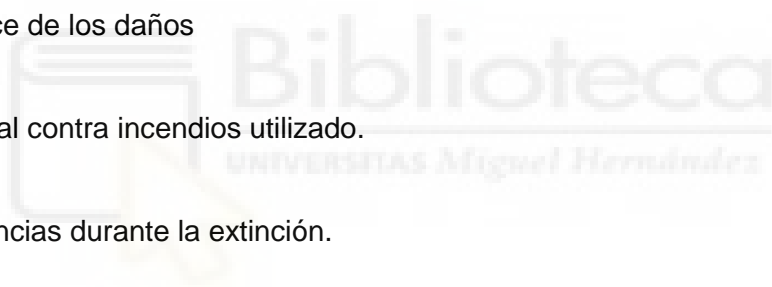
Una vez realizado esto, llamar al número de EMERGENCIA:

- Número corto (XXXX)
- Número largo (Fijo: XXXXXXXXX – Móvil: XXXXXXXXX)

Una vez que el conato de emergencia está “controlado”, pasaremos a comprobar que se han eliminado las causas que lo originaron.

Cuando llamemos al número de EMERGENCIA facilitaremos los siguientes datos:

- Lugar exacto del incidente.
- Alcance de los daños
- Material contra incendios utilizado.
- Incidencias durante la extinción.



4.6 EMERGENCIA PARCIAL O GENERAL

En el caso de que nos encontremos ante una emergencia parcial o general actuaremos de la siguiente manera:

- Parar los trabajos inmediatamente.
- Desconectar las máquinas y energías que dependan del operario que esté realizando los trabajos correspondientes.
- Mantener la calma y llamar a EMERGENCIAS indicando los siguientes datos:
 - Gravedad de la emergencia
 - Lugar preciso donde se ha producido la emergencia.
 - Datos de la persona que llama.

- Tipo de emergencia.
- Existencia de heridos.
- Existencia de fuego, gases, humos, etc.
- No cuelgue hasta que el responsable de emergencias tenga todos los datos necesarios y espere para recibir las instrucciones correspondientes.

4.7 EVACUACIÓN

Una vez que el responsable de emergencias determina que hay que evacuar la zona, actuaremos de la siguiente manera:

- Diríjase ordenadamente y con calma por la salida de emergencias, hasta el punto de encuentro asignado a la zona y agrúpese junto a compañeros de su mismo gremio, zona (zona de trabajo) o filiación (empresa).
- Evitar gritar o hacer ruidos innecesarios que puedan llevar a situaciones de estrés.
- Una vez que todo el personal esté agrupado hay que verificar si echan a algún compañero en falta y que permanezcan en zona hasta nuevas instrucciones. Si se echa en falta a algún compañero comuníquelo en cuanto se percate.
- Permanecen en el punto habilitado a la espera de recibir nuevas instrucciones.
- En caso de humo abundante camine agachado y cúbrase la nariz y boca con un trapo húmedo.
- Siga las instrucciones del personal que componen los equipos de emergencia y evacuación.

A continuación, se muestra un flujograma sencillo de cómo actuar en el caso de sea necesaria la evacuación:

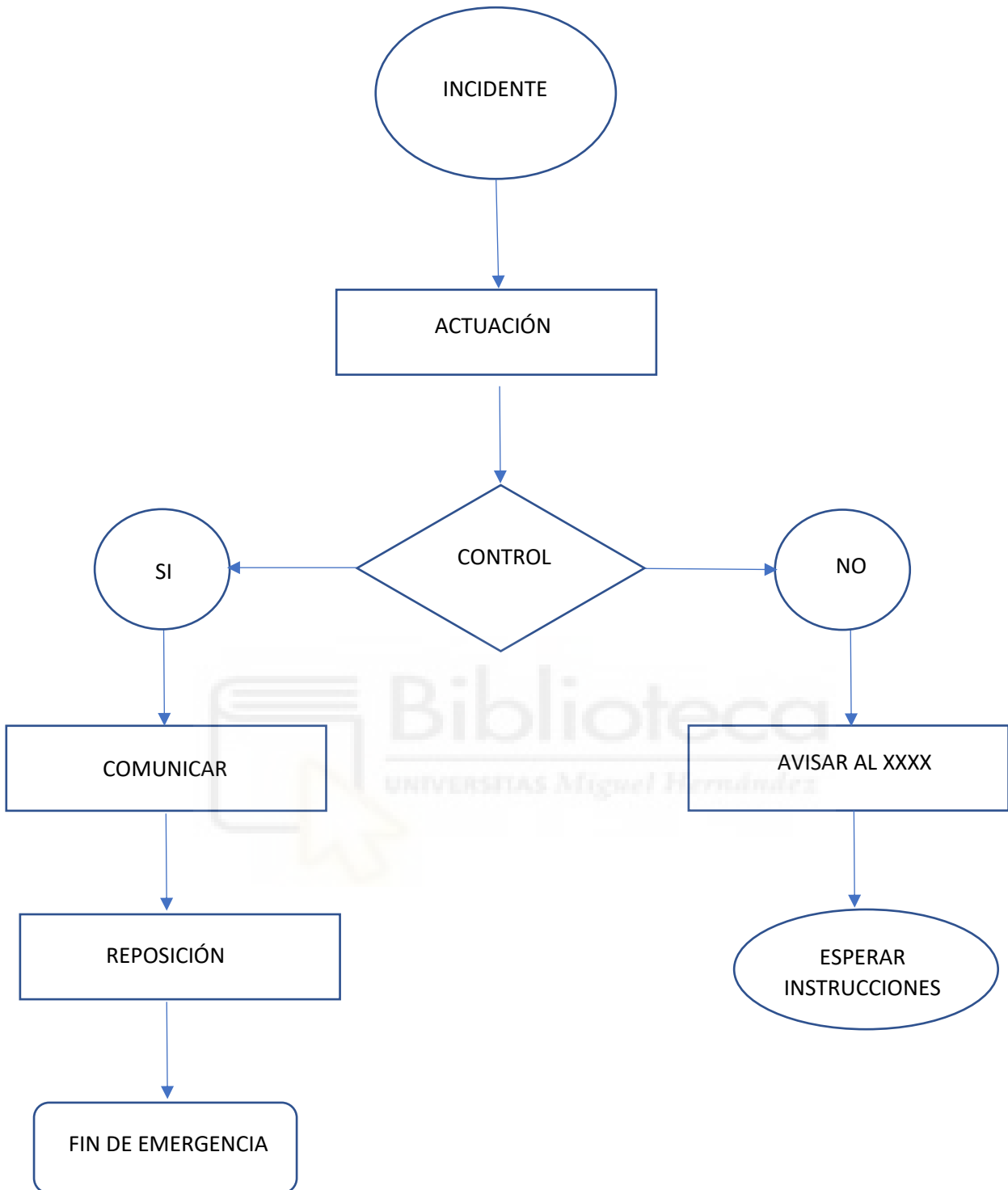


Figura 44. Flujograma de evacuación

CAPÍTULO 5. LEAN MANUFACTURING

5.1 INTRODUCCIÓN

La filosofía Lean Manufacturing es un sistema de organización del trabajo que se enfoca en la mejora del sistema de producción. En la actualidad, las empresas industriales se enfrentan al hándicap de encontrar nuevas formas de organización que les permitan competir con el resto de empresas del sector para buscar la excelencia en el producto/servicio que prestan [63]

En resumen, lo que se busca mediante esta filosofía es la aplicación sistemática y habitual de unos hábitos a la hora de trabajar, ya sea mediante técnicas de fabricación que buscan la mejora continua de los procesos productivos a través de la reducción de costes innecesarios, entendiendo estos como los procesos que utilizan más recursos de los necesarios para proporcionar el mismo producto/servicio.

Para implantar con éxito esta disciplina es necesario instaurar una cultura en la empresa, desde la dirección, pasando por los mandos intermedios, técnicos hasta los operarios. Para ello, es primordial que exista una colaboración y comunicación plena entre todos y cada uno de los puestos para resolver los problemas existentes y que estos no sucedan en el futuro.

En un astillero, llevar a cabo la implantación de Lean Manufacturing es fundamental para la correcta ejecución de trabajos, limpieza y orden en cualquiera de los distintos puestos de trabajo.

5.2 CONCEPTOS GENERALES APLICADOS A UN ASTILLERO

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo, definida como una forma de mejora continua y optimización de los recursos del sistema de producción que se centra en identificar y eliminar los “desperdicios”, definidos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Estos desperdicios en un astillero se observan en la producción de cualquier proceso: Sobreproducción de acero, tiempos de espera para realización de ensayos no destructivos, defectos tras soldar, transporte de electrodos, inventario de herramientas, etc.

Lo que se busca mediante Lean Manufacturing es lo que no deberíamos hacer en cualquier proceso de producción ya que no agrega valor al cliente y afecta negativamente como empresa.

Para alcanzar los objetivos marcados tendrá que haber organización en los puestos de trabajo, gestión de la calidad, mantenimiento, gestión de la producción, etc. Un ejemplo de ello se puede observar en la siguiente figura donde se muestra el resultado de un estudio realizado por Aberdeen Group [64] entre 300 empresas estadounidenses que adoptaron esta metodología de trabajo consiguiendo reducir hasta en un 50% el espacio en planta, el cual es fundamental para tener controlado el flujo de material que entra y sale, en nuestro caso de un pañol de consumibles, un almacén de tornillería, metal base, etc.

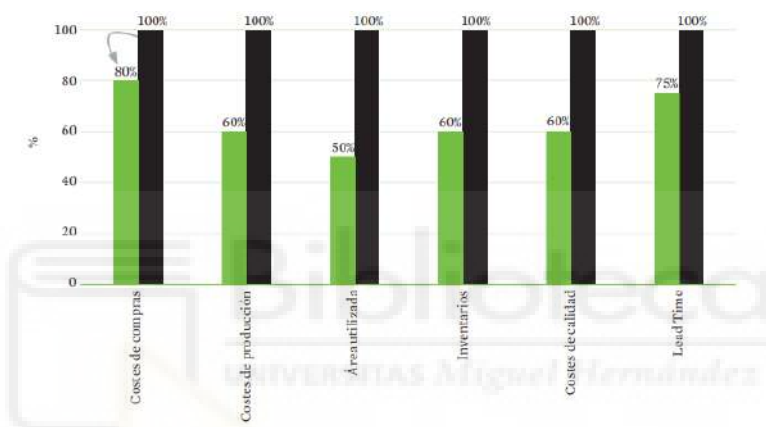


Figura 45. Estudio de Aberdeen Group [65]

Lo que se busca es generar una nueva cultura que se base en la seguridad y en la limpieza como única forma de trabajar para conseguir los objetivos. Esta filosofía busca una mejora continua y a su vez encontrar nuevas formas de hacer las cosas de manera más fácil, flexible y económica.

El número de técnicas es diverso y pueden implantarse de forma independiente o conjunta. Una de las técnicas que se puede aplicar en un astillero es la denominada como 5S, la cual se explicará con más detalle en el apartado 5.8.

5.3 ORÍGENES Y ANTECEDENTES

Las técnicas de organización de la producción nacen a principios del Siglo XX en Japón con los trabajos realizados por F.W. Taylor y Henry Ford, que formalizan los conceptos conocidos como fabricación en serie, concretamente en la fabricación de fusiles en EEUU y turbinas de barco en Europa.

Por un lado, F.W. Taylor estableció las bases de organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente, Henry Ford incorporó las primeras cadenas de montaje de automóviles donde se empezaron a observar la normalización de productos, la utilización de máquinas, simplificación de tareas, sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada [66].

Lo que buscaban ambos era elaborar una serie de acciones para buscar una nueva forma de organización en una época donde era posible la producción en masa de grandes cantidades de producto.

Ejemplo de ello, fue en 1902, cuando Sakichi Toyoda (fundador de Toyota Motor Company) junto a su hijo Kiichiro, inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la máquina necesitaba atención (lo que hoy conocemos como una máquina con parada de emergencia, manual o automática). Con esta medida un operario podía controlar varias máquinas, lo cual optimizaba enormemente la productividad y supuso una gran mejora para los distintos métodos de trabajo. [67]

Lo que se buscaba con esta serie de técnicas era que no supusiera para las empresas un reto lograr beneficios sin tener que recurrir a grandes inversiones.

En esta época el sistema americano se basaba en la reducción de costes fabricando vehículos en grandes cantidades limitando el número de modelos. Se dieron cuenta de que este sistema no era aplicable a Japón y en el futuro la demanda iba a ser construir automóviles pequeños y modelos variados a bajo coste. Para conseguir esto, solo sería posible suprimiendo los stocks y los despilfarros de producción.

Sin embargo, no es hasta principios de la década de los 90, cuando el modelo japonés impacta sobre occidente y lo hace a través de la publicación de “La máquina que cambió el mundo” de Womack, Jones y Roos [68]. En esta publicación se exponían las características de un nuevo sistema de producción que era capaz de combinar eficiencia, flexibilidad y calidad extrapolable a cualquier lugar del mundo. Es en esta obra fue donde aparece por primera vez el concepto *Lean Manufacturing*.

Según Suzuki (2004), las técnicas de organización del trabajo japonés JWO [69] (*Japanese Work Organization*) y Jidoka, son los fundamentos que configuran el Lean Manufacturing.

El JWO consiste en idear y establecer una manera de organizar el trabajo orientado a la aplicación práctica de las habilidades de los trabajadores. Este sistema se completa

con otras prácticas organizativas, como la formación de trabajadores para que puedan realizar varias tareas, la asignación flexible del trabajo, la asignación de responsabilidad a los trabajadores con el fin de comprobar parámetros de calidad y para efectuar el mantenimiento. Por otro lado, Jidoka consiste en proporcionar a las máquinas la capacidad de parar el proceso si se detecta que no puede fabricar una pieza sin errores.

Para terminar con la descripción del origen del Lean Manufacturing, vemos que su origen se encuentra en el momento en que las empresas japonesas adoptaron una nueva cultura, que se mantiene hasta día de hoy, consistente en buscar continuamente mejoras en una planta de fabricación, con implicación del todo el equipo de trabajo en los problemas que se presentan y buscando soluciones mediante colaboración, involucración y comunicación.

5.4 ESTRUCTURA DEL LEAN MANUFACTURING

Lo que busca esta metodología es romper con lo establecido y crear una nueva cultura en la que haya un compromiso por parte de todos para poder implantarla.

Tradicionalmente para explicar la estructura del Lean Manufacturing se utiliza el esquema *Casa del Sistema de Producción Toyota* [70], el cual se muestra en la siguiente figura y nos da la idea de las técnicas que hay que utilizar para su aplicación. Se utiliza una casa porque establece que es un sistema estructural fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean, mientras que una de estas partes en mal estado debilitaría el sistema.

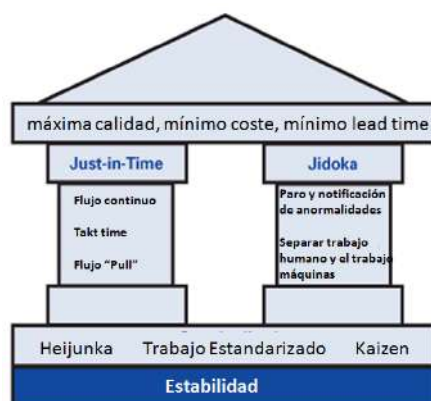


Figura 46. Casa del Sistema de Producción Toyota [71]

El techo representa las metas que serían la excelencia de la calidad, Sujetando el techo tenemos dos columnas JIT y Jidoka, que en nuestro caso sería el orden y la

limpieza. El JIT, como se ha explicado anteriormente, significa producir de forma ordenada y en la cantidad exacta (ajustarse a la demanda) para conseguir el máximo beneficio. Por otro lado, Jidoka consiste en producir con seguridad para que los operarios no sufran lesiones y/o accidentes en el caso de que se produzcan condiciones anormales y saber cómo actuar cuanto se detecten. Con estas dos técnicas se consigue eliminar los problemas de raíz y consiguiendo que los posibles defectos no pasen a la *base de la casa*.

La base de la casa consiste en la estandarización de los procesos y la aplicación de la mejora continua durante todo el proceso. A estos cimientos se les suma el factor humano, siendo necesario el compromiso a todos los niveles de la empresa, la formación de equipos dirigidos por un líder, la formación y capacitación del personal, los mecanismos de motivación y los sistemas de recompensa por lograr objetivos, por ejemplo, conseguir cumplir los plazos de producción de soldadura que marca el cliente con el mínimo número de rechazos por defectología.

5.5 PRINCIPIOS DEL LEAN MANUFACTURING

Los principios más frecuentes desde el punto de vista del factor humano y de la manera de trabajar aplicados a un astillero son los siguientes:

- Comprobación in situ.
- Formación de líderes para reforzar el sistema de producción de los diferentes gremios.
- Parar un trabajo cuando se sospeche que no es seguro.
- Mejora continua durante todo el proceso.
- Involucración de todas las partes.
- Identificar y eliminar funciones y procesos no necesarios.
- Promover equipos y personas multidisciplinares.
- Integrar funciones y sistemas de información.
- Obtener el compromiso total de la empresa con el modelo Lean Manufacturing.
- Nivelar la carga de trabajo.
- Estandarizar las tareas para conseguir implementar la mejora continua.
- Reducir los ciclos de fabricación y diseño.

Si una empresa que trabaja en un astillero actúa eliminando los despilfarros conseguirán mejorar sus costes. La estructura de precios [72] se describe con la siguiente relación:

$$\text{Coste} = \text{Precio mercado} - \text{Beneficio}$$

Se parte de la base de que el precio que el mercado está dispuesto a pagar y del beneficio que se desea obtener para afrontar la minimización de costes combinando, reduciendo o eliminando tantas actividades sin valor añadido como sea posible.

Es decir, si pago una cantidad por la materia prima (acero, electrodos, herramientas, etc.) que utilizo para producir el producto (soldadura), cuando mayor sea este aprovechamiento, mayor beneficio obtendré.

5.6 OPORTUNIDADES DE MEJORA EN UN ASTILLERO

La oportunidad de mejora más común en un astillero es evitar despilfarros de material que dependen de la propia empresa. Para identificar el resto de oportunidades las podemos agrupar en los siguientes grupos.

5.6.1 Factor humano

En este tipo de mejora tenemos las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el grado de polivalencia del equipo? Ejemplo: ¿Un calderero puede realizar tareas de un tubero si fuera necesario?
- ¿Se establecen reuniones periódicas con el equipo de cada gremio? Ejemplo: Establecer reuniones por lo menos una vez a la semana del coordinador de cada gremio para que reporten como ha ido la producción de la semana y planifiquen la siguiente.
- ¿Se muestran sugerencias a los mandos intermedios? Ejemplo: ¿Los operarios comunican sus dudas a sus encargados?
- ¿Existe un formato interno en la empresa que permita que se propongan medidas de mejora? Ejemplo: checklist interno de la empresa donde se propongan acciones de mejora a los coordinadores de los distintos gremios.
- ¿Existe plan de formación para conseguir la polivalencia del equipo a medio/largo plazo? Ejemplo: no vale con la formación inicial, se trata de buscar que el trabajador adquiera nuevos conocimientos para conseguir un equipo multidisciplinar.

5.6.2 Organización

Suelen ser cuestiones relacionadas con el gremio de trabajo:

- ¿Qué hace falta para mantener la zona de trabajo siempre en perfectas condiciones? Ejemplos: cubos, fregonas, escobas, cubos de basura de colores (clasificación de residuos), amoníaco, desengrasantes, detergentes, lejías y desinfectantes, etc.
- ¿El lugar de trabajo reúne las condiciones apropiadas y es confortable? Ejemplo: ¿al finalizar la jornada el puesto de trabajo está recogido y no hay herramientas y/o equipos en zonas de paso, andamios, etc.?
- ¿Hay habilitada una zona específica para productos no conformes y otra zona para material sobrante y residuos?
- ¿Hay un lugar para colocar cada cosa y que cada cosa esté en su lugar? Ejemplo: Estas zonas deben estar señalizadas con colores y/o señalización.
- ¿Los procedimientos de trabajo de los distintos gremios están actualizados en los periodos de tiempo establecidos?

5.6.3 Gestión de almacenes y pañoles de consumibles

- ¿Dónde está localizado el stock y en qué cantidades?
- ¿Hay un registro de entrada y salida de material actualizado diariamente con los movimientos del mismo?
- ¿Está localizado el material que se podría vender o tirar para evitar despilfarros?

5.6.4 Estandarización

- ¿Los métodos de trabajo están definidos correctamente y se han modificado en tiempo y forma?
- ¿Se sigue un único formato para evitar duplicidades/falsificaciones?

- ¿Están todas las secciones debidamente identificadas y son conocidas por todo el personal?
- ¿Existe información en paneles de los estándares con los que se trabaja en última revisión?

5.6.5 Control de resultados

- ¿Se utilizan indicadores KPI para evaluar los niveles de calidad y eficiencia del producto/servicio?
- ¿Conoce el personal de cada gremio los indicadores y cuál es su utilidad en la empresa?
- ¿El control que se lleva a cabo es necesario para garantizar la calidad del producto/servicio?
- ¿Se tienen reuniones semanales para valorar la situación de las entregas a los distintos clientes del producto/servicio?

5.7 TÉCNICAS LEAN MANUFACTURING

En la actualidad, existen una gran variedad de técnicas, las cuales son muy diferentes entre sí, y gracias a las cuales se han implementado con éxito en empresas de diferentes sectores y tamaños. [73]

Estas técnicas tienen la posibilidad de implantarse de forma independiente o conjunta en un astillero. Para decidir cuales aplican según el tipo de empresa habrá que elaborar un estudio previo para debatir cuales son las técnicas más beneficiosas.

La mejor forma de obtener una visión simplificada, ordenada y coherente de las técnicas más importantes es agruparlas en tres grupos distintos.

Las técnicas más utilizadas son las siguientes:

- 5S. Técnica utilizada para la mejora de las condiciones del trabajo de la empresa a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo y la cual profundizaré en el siguiente apartado, aplicable a cualquier astillero.
- SMED. Sistemas empleados para la disminución de los tiempos de preparación.

- Estandarización. Técnica que persigue la elaboración de instrucciones escritas o gráficas que muestren el mejor método para hacer las cosas.
- TPM. Conjunto de múltiples acciones de mantenimiento productivo total que persigue eliminar las pérdidas por tiempos de parada de las máquinas.
- Control visual. Conjunto de técnicas de control y comunicación visual que tienen por objetivo facilitar a todos los empleados el conocimiento del estado del sistema y del avance de las acciones de mejora.
- Jidoka. Técnica basada en la incorporación de sistemas y dispositivos que otorgan a las máquinas la capacidad de detectar que se están produciendo errores.

De cualquier forma, cualquier plan de acción debe plantearse a largo plazo, persiguiendo la transformación cultural mencionada que pase a formar parte *de saber hacer de la empresa*.

En el siguiente apartado se explica en que consiste la metodología 5S y los beneficios que aporta. Se ha escogido esta metodología porque es una de las técnicas más frecuentes y efectivas a la hora de implantar la metodología Lean Manufacturing en un astillero.



5.8 METODOLOGÍA 5S

Esta técnica se utiliza para la mejora de las condiciones del trabajo a través de una excelente organización, orden y limpieza en el puesto de trabajo.

La técnica 5S [74] corresponde con la aplicación sistemática de los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo de cada uno de los gremios de un astillero. El acrónimo corresponde a las iniciales en japonés de las cinco palabras que definen la herramienta y cuya fonética empieza por “S”: Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke, que significan, respectivamente: eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito.

El concepto de “orden, limpieza y seguridad” es un concepto que no debería resultar nuevo para las empresas que trabajan en un astillero, pero desgraciadamente si lo es para muchas. Está demostrado que esta técnica produce resultados inmediatos y cuantificables a corto plazo. Con esta técnica se consigue de forma indirecta que el personal considere importantes las cosas pequeñas, que su entorno depende de él mismo, que la calidad empieza por cosas muy inmediatas, de manera que se logra una actitud positiva ante el puesto de trabajo.

Los principios 5S son fáciles de entender para cualquier persona y su puesta en marcha no requiere ni un conocimiento específico ni grandes inversiones. Su implantación busca evitar que se presenten las siguientes anomalías y que afectan a la eficiencia:

- Aspecto sucio del puesto de trabajo: Instalaciones, máquinas, herramientas, etc.
- Desorden: pasillos ocupados, zonas de paso, sección en la que se trabaja, etc.
- Elementos rotos: mobiliario, herramientas, señales, topes, etc.
- Número de averías más frecuentes de lo normal.
- Desinterés de los empleados por su zona de trabajo.
- Falta de espacio en general.

A continuación, se explican los principios básicos y su implantación en cinco fases:

Eliminar (Seiri)

La primera S trata de clasificar y eliminar del área de trabajo todos los elementos que sean innecesarios o inútiles para la tarea que se realiza. La pregunta que tendríamos que hacernos es: *¿Esto es útil o no sirve?*

Consiste en separar lo que se necesita de lo que no y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos prescindibles que originen despilfarros como el incremento de manipulaciones y transportes, pérdida de tiempo en localizar cosas, elementos o materiales obsoletos, falta de espacio, etc. En la práctica, en el almacén y en el pañol de consumibles identificaríamos mediante tarjetas los elementos susceptibles de ser prescindibles y se decide si hay que considerarlos como un desecho, además de habilitar una zona de productos No Conformes, los cuales no se podrán utilizar bajo ningún concepto.

TARJETA ROJA			
NOMBRE DEL ARTÍCULO			
CATEGORÍA	1. Maquinaria	6. Producto terminado	
	2. Accesorios y herramientas	7. Equipo de oficina	
	3. Equipo de medición	8. Limpieza	
	4. Materia Prima		
	5. Inventario en proceso		
FECHA	Localización	Cantidad	Valor
RAZÓN	1. No se necesita	5. Contaminante	
	2. Defectuoso	6. Otros	
	3. Material de desperdicio		
	4. Uso desconocido		
ELABORADA POR			Departamento
FORMA DE DESECHO	1. Tirar	5. Otros	
	2. Vender		
	3. Mover a otro almacén		
	4. Devolución proveedor		
FECHA DESHECHO			

Figura 47. Identificación de materiales [75]

Ordenar (Seiton)

Una vez definida la primera S, consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se encuentren con facilidad, definir su lugar de ubicación para facilitar su búsqueda y el retorno a su posición inicial. Con dicha implantación conseguimos lo siguiente:

- Marcar los límites de las zonas de trabajo, almacén y zonas de paso.
- Disposición del lugar adecuado, evitando duplicidades, cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa.

El siguiente paso es su puesta en práctica, de forma que se decida dónde se colocan las cosas y cómo ordenarlas teniendo en cuenta la frecuencia de uso y bajo criterios de seguridad, calidad y eficacia. Se trata de alcanzar el nivel de orden preciso para producir con calidad y eficiencia, favoreciendo la correcta ejecución del trabajo.

Limpieza (Seiso)

Consiste en limpieza e inspección del entorno de trabajo para identificar los defectos y eliminarlos, en otras palabras, anticiparse para prevenir posibles defectos. Con su aplicación conseguiremos una zona de trabajo segura y los siguientes aspectos:

- Considerar las tareas de limpieza de puesto de trabajo como parte del trabajo diario.
- Asumir que la limpieza es una tarea de inspección necesaria y prioritaria.
- Centrarse en la eliminación de los focos de suciedad que en sus posibles consecuencias.
- Conservar los elementos en condiciones óptimas, lo que supone reponer los elementos que faltan (tapas de máquinas, herramientas defectuosas, etc.).

La limpieza es el primer tipo de inspección que se hace de los equipos, de ahí su gran importancia. A través de la limpieza se aprecia si un motor pierde aceite, si existen fugas en un tanque, si hay tornillos sin apretar/mal apretados, cables sueltos, etc.

Si durante el proceso de limpieza se detecta algún desorden, deben identificarse las causas para establecer las acciones correctivas correspondientes.

Estandarizar (Seiketsu)

Seiketsu permite consolidar las metas una vez asumidas con las tres primeras S. Estandarizar supone seguir un método fijo para ejecutar un procedimiento de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. Un estándar es la mejor manera, la más práctica y fácil de trabajar para cualquier organización, por ejemplo, el proceso de antes, durante y después de soldar siempre tiene que seguir los mismos pasos para obtener resultados favorables. El principal enemigo del Seiketsu es una conducta errática, cuando se hace *hoy sí y mañana no*, tiene que haber un trabajo continuo lo más probable es que los días de incumplimiento se multipliquen. Su aplicación proporciona las siguientes ventajas:

- Mantener los niveles conseguidos con las tres primeras “S”.
- Elaborar y cumplir estándares de limpieza y comprobar que éstos se aplican correctamente.
- Transmitir a todo el personal la idea de la importancia de aplicar los estándares.
- Crear los hábitos de la organización, el orden y la limpieza.
- Evitar errores en la limpieza que a veces pueden provocar accidentes.

Disciplina (Shitsuke)

El objetivo de Shitsuke es convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Esta fase es la más fácil y difícil a la vez. La más fácil porque consiste en aplicar las normas establecidas desde un primer momento y mantenerlas en el tiempo. La más difícil porque su aplicación depende del grado de aceptación por parte de la empresa de las 5S a lo largo del proyecto. El responsable de la implantación establecerá diferentes mecanismos que permitan el control visual, como, por ejemplo: flechas de dirección, rótulos de ubicación, luces y alarmas para detectar fallos, tapas transparentes en las máquinas para ver su interior, utillajes de colores según el producto o la máquina, etc.

5.8 BENEFICIOS DE LA APLICACIÓN LEAN MANUFACTURING

La aplicación del Lean Manufacturing en un astillero trata de conseguir la atracción del cliente, la mejora del producto y del proceso productivo, previniendo y eliminando los

posibles desperdicios en las fases de transporte, inventario, movimiento, espera, sobreproducción y deterioro.

Estos desperdicios son originados en las fases de producción y tienen un impacto directo en los costes, ya que no aportan valor añadido al producto final y son costes que el cliente no está dispuesto a pagar.

Los principales beneficios son los siguientes:

Aumento de la eficiencia. Al incrementar la eficiencia se conseguirá producir más productos con los mismos gastos y en un menor tiempo, lo que conllevará a un aumento en los beneficios.

Reducción de desperdicios. La optimización en los procesos de producción es directamente proporcional a la reducción en los residuos y a una reducción en el número de defectos en los productos. Gracias a una mejor organización en la logística del espacio físico para la zona de trabajo, transporte y almacén para los materiales, se consigue trabajar de forma más eficiente y cómoda para todos los trabajadores, lo cual repercute en el trabajo de forma positiva. Esto va directamente relacionado con la Guerra de Ucrania en la que se dispararon los precios de las materias primas e indirectamente las empresas se ven afectadas en el almacenamiento de los mismos y hace que no compren más materiales de los necesarios (eficiencia). Consiguiendo un menor riesgo de que se puedan producir por ejemplo incendios por reacción de sustancias inflamables o que se reduzca la cantidad de desperdicios o residuos porque se compra el estrictamente necesario.

Reducción de los plazos de entrega. Al conseguir una mejor organización, permite a la empresa a abarcar una carga de trabajo más elevada gracias la disminución en los plazos de producción, asegurando más cantidad de stock en el mercado.

Mejora de la percepción del cliente. Este punto quizás sea el más importante. Consiguiendo los tres puntos anteriores, el cliente mejora la percepción y hace que la empresa se distinga en el sector por la calidad del producto/servicio que ofrece.

En resumen, la aplicación de la filosofía Lean Manufacturing, en concreto en un astillero, proporciona distinción a la hora de mostrarse competitivo en precio, calidad y eficacia de los servicios prestados.

5.9 DESVENTAJAS AL APLICAR LEAN MANUFACTURING

Por otro lado, La aplicación de la filosofía Lean Manufacturing en un astillero puede llevarnos a consecuencias devastadoras por no mantener limpio y ordenado el puesto de trabajo, además de que el cliente tenga una visión negativa de la empresa en su conjunto, a pesar de que el producto y/o servicio sea correcto, aunque normalmente suelen ir de la mano, es decir, si no aplicamos esta filosofía la actividad de la empresa será poco productiva, a la par de insegura.

Los materiales sobrantes y desperdicios si no se desechan correctamente pueden provocar accidentes como caídas al mismo y distinto nivel como torceduras por resbalamiento con equipos de soldar, estructuras metálicas sobrantes, derrame de líquidos, etc., por otro lado, golpes con estructuras de acero sobrante añadido al producto final y son costes que el cliente no está dispuesto a pagar.

Las principales desventajas son las siguientes:

Disminución del proceso productivo. Al no aplicar técnicas eficientes para cualquier proceso productivo, como por ejemplo, limpiar la zona de soldadura, recoger los equipos, eliminar focos de suciedad, etc. implica ralentizar el proceso productivo puesto que se acumula suciedad y el trabajador no opera en condiciones óptimas puede dar lugar a accidentes y/o enfermedades profesionales.

Tareas de limpieza y orden. Mientras se realizan estas operaciones no se “produce”, es decir, a pesar de adecuar la zona de trabajo para conseguir unas condiciones mínimas de higiene y orden no se está produciendo, por lo que estas tareas serían con un beneficio nulo en el aspecto puramente económico, indirectamente reportan otro tipo de beneficio, como que un trabajador no se tropiece con una herramienta, no se resbale por culpa de un derrame de líquidos, etc.

Provocar brechas entre dirección y trabajadores. Si no hay procedimientos e instrucciones técnicas de cómo se tiene que trabajar cunde “la anarquía” en la empresa y de primeras si se intenta poner solución sin la metodología adecuada puede llevar a discusiones, peleas, etc. Para ello tiene que haber un procedimiento

para cada uno de los gremios (soldadores, tuberos, mecánicos,...), en los que se especifique los pasos a seguir antes, durante y después de realizar una trabajo de soldadura, como limpiar la zona de trabajo, modo de limpieza, procedimiento de retirada de materiales, devolución de herramientas, etc.

Rechazo por parte de los empleados. Cuando un trabajador está acostumbrado a realizar un trabajo, tanto de forma correcta como incorrecta, cambiar ese hábito es complicado por las típicas frases coloquiales “es que siempre hemos trabajado aquí de esta manera”, “ahora no nos vas a cambiar la forma de trabajar” “me vas a decir tú a mí como trabajar después de 30 años”. Esto suele ser un proceso lento y costoso que al principio puede provocar hasta pérdidas en la empresa si los trabajadores no están implicados en “hacer las cosas bien”.

Pérdida de confianza del cliente. Que el cliente pierda la confianza en una empresa se puede deber por diferentes motivos, como No Conformidades, Anomalías, sanciones económicas, incluso pérdidas de contratos, por no cumplir con las especificaciones y procedimientos de trabajo como mantener limpia la zona, entrar a una zona balizada mientras se está realizando una maniobra de pesaje de conjuntos antes de montarlos a bordo, etc.

Inconsistencias en las entregas. Los fallos del equipo de trabajo de cada gremio pueden generar inconsistencias en la entrega. Además, no utilizar técnicas Lean significa implica tener un margen de error más pequeño. Si las entregas de suministros se retrasan, es posible que se tengan suficientes materias primas para satisfacer las demandas del cliente y no llegar a las entregas de hitos a tiempo, por ejemplo, no disponer de electrodos de un determinado tipo, acero inoxidable, herramientas calibradas, etc., lo que genera entregas tardías y que el cliente no esté satisfecho con el trabajo. Por lo tanto, esta desventaja puede dificultar las relaciones con los clientes, empujarlos hacia sus competidores y costarle beneficios. Por lo que, no se puede hablar de las desventajas de la producción sin hacer hincapié en esto.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

6.1 INTRODUCCIÓN

El presente documento hace referencia básicamente a la aplicación de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales en cualquier astillero, y en su caso, de técnicas de Gestión de la Prevención, introduciendo una serie de actividades y tareas que son fundamentales para lograrlo.

El objetivo fundamental que se persigue consiste en alcanzar en el menor tiempo posible la asunción de responsabilidades en Prevención de Riesgos Laborales por todos los trabajadores de la Empresa, de acuerdo con su nivel jerárquico, en base al estímulo permanente y asesoramiento constante del responsable de prevención, el que debe tener el correspondiente apoyo de dirección. Con ello se conseguirá una efectiva implementación de la prevención en cualquier astillero, minimizándose las posibilidades de accidentes y enfermedades profesionales.

Para ello el Plan debe ser aceptado y aprobado por la dirección de la empresa (astillero).

El mismo deberá estar a disposición de los delegados de prevención o, en su defecto, de los trabajadores o sus representantes si los hubiere, con el objetivo de dar cumplimiento al derecho de información, consulta y participación de cada uno de los trabajadores, independientemente del puesto que desempeñen.

6.2 CONCLUSIONES

Para conseguir los objetivos planteados en la propuesta de este trabajo, la principal conclusión que se extrae es que es de vital importancia que haya en cualquier puesto de trabajo, y más si cabe, en un astillero, una cultura preventiva y que se tenga un aprendizaje constante, no olvidemos que lo que está en juego son vidas. Para ello, se proponen una serie de medidas:

- 1) Es necesaria una formación en prevención de riesgos laborales a todos y cada uno de los trabajadores, una formación rigurosa y seria, desde un punto de vista educativo, ya que estamos enseñando un “oficio” a los trabajadores (estudiantes), para que trabajen de forma segura.

- 2) Como docentes en prevención de riesgos laborales, es necesario ayudar a que los trabajadores tomen conciencia de la importancia de trabajar de forma segura. Ni que decir que la formación es la base de la prevención, un trabajador formado tiene un riesgo mucho menor de sufrir accidentes y saber cómo actuar ante emergencias.
- 3) La formación en prevención en riesgos laborales ha de impartirse por personal cualificado en prevención de riesgos laborales, como cualquier otra docencia.
- 4) Para mejorar la calidad en la formación educativa se propone hacer auditorías en obra y oficina y mediante un sencillo “*checklist*” para comprobar si la formación que han recibido ha sido asimilada o de lo contrario hay que volver a impartirla.
- 5) Si no se mantienen unas condiciones mínimas de orden, limpieza y seguridad en cualquiera de las tareas de un astillero la probabilidad de que se produzca un accidente aumenta exponencialmente.
- 6) Por otro lado, a raíz de la Guerra de Ucrania en la que se dispararon los precios de las materias primas de prácticamente todos los sectores, hizo que las empresas no compren más materiales de los necesarios, por tanto, esto tiene la parte “positiva” de que no se almacena más del necesario y consiguiendo un menor riesgo de que se puedan producir incendios por reacción de sustancias inflamables.
- 7) Con el tema del orden y limpieza, normalmente se producen actitudes machistas, puesto que, normalmente en un astillero la mayoría de los trabajadores son hombres frente a mujeres, que son minoría mucho más significativa que en otros sectores y siempre que hay que realizar labores de esta índole normalmente los hombres se niegan a hacer estas laborales porque “los contratan para trabajar no para limpiar”.
- 8) No mantener la zona de trabajo y zonas de paso libre de sustancias inflamables como disolventes, propano, butano, etc. pueden provocar un incendio que implicará la detención de los trabajos, ya no solo de la zona afectada, sino del centro de trabajo en si, además habría que desalojar a todos los trabajadores de las demás empresas, reduciendo la productividad, afectando a los beneficios.

- 9) La aparición de accidentes de una manera frecuente provoca que el cliente tenga un punto de vista negativo en la empresa subcontratada puesto que la aparición de accidentes normalmente implica que no se trabaja de forma segura.
- 10) Al producirse un accidente implica que los trabajos de esa zona se paralicen hasta que los servicios de prevención y/o bomberos lo determinen. Esto implica una reducción de la productividad que conlleva.
- 11) Implantación de charlas y/o formación a los trabajadores, en especial a los que realicen trabajos físicos. Esta formación se debe realizar de forma periódica para que los trabajadores refresquen conocimientos y no se relajen, realizando una prueba escrita en caso de ser necesario para asegurarnos de que han comprendido la formación recibida.
- 12) La empresa debe asegurarse que cualquier trabajador utiliza tanto EPIs como equipos de trabajo más adecuados a realizar las tareas para las que han sido contratados.
- 13) Si no se cumplen los protocolos de orden y limpieza establecidos por la empresa principal podrían ser motivo de sanción para la empresa contratada y si se persisten en estas deficiencias se podría perder el contrato por incumplimiento del mismo.
- 14) Si no se trabaja en unas condiciones seguras la empresa principal podría abrir una No Conformidad y si siguen habiendo deficiencias desembocaría en una anomalía, ambas desviaciones son costes de no calidad, es decir, trabajos que para solucionarlos serían a coste 0, sin beneficios para la empresa infractora.
- 15) En el periodo de tiempo que considere la empresa y así venga definido en la evaluación de riesgos correspondientes de cada uno de los trabajos desarrollados, se asegurará que los trabajadores han recibido la formación adecuada en materia de riesgos, derivados de los equipos de trabajo utilizados y de las medidas de protección y prevención y, saber cómo actuar en cualquier situación que se pueda presentar en su jornada laboral.
- 16) Realización de auditorías internas para supervisar que los trabajos realizados se ejecutan de forma adecuada, los EPIs utilizados son los correctos y están

en perfecto estado, evaluar a operarios aleatorios de si está llevando a cabo correctamente las fases de su trabajo de forma correcta y segura. En caso de no cumplirse dichos puntos se abrirá una No Conformidad Interna para corregir las desviaciones que se puedan producir e implantar acciones correctivas para que no vuelvan a suceder.

- 17) Debido a que la carga de trabajo en un astillero es muy volátil, hay muchos picos de trabajo a lo largo del año y la plantilla cambia mucho a lo largo del año, por lo que se considera necesario realizar simulacros por lo menos dos veces al año para que los trabajadores sepan lo que tienen que hacer y donde ir en el caso de que se produzca una situación de emergencia.
- 18) Como se ha visto en el capítulo anterior, aplicando la metodología Lean Manufacturing, en concreto la 5S se consigue trabajar en unas condiciones limpias, ordenadas y seguras, de forma que se aumenta el proceso productivo, consiguiendo mejorar la percepción del cliente debido a la calidad del servicio.
- 19) Como se ha comentado anteriormente, si no aplicamos la metodología Lean Manufacturing se produce indirectamente productividad baja e incumplimiento en las labores de prevención, ambas nos llevan a disminuir los beneficios. Si estamos ante una empresa grande (multinacional) estas pérdidas son asumibles hasta cierto punto, pero si la empresa infractora es una pequeña o mediana empresa las consecuencias pueden ser nefastas llevando incluso a cerrar la empresa por las sanciones que esto conlleva y/o por baja productividad.

BIBLIOGRAFÍA

[1] Ley de Prevención de Riesgos Laborales. Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/pdf/1995/BOE-A-1995-24292-consolidado.pdf>

[2] Aumento de la actividad de construcción naval desde los años 2000. Disponible en:

<https://britanniaas.com/evaluacion-de-riesgo-de-astillero-formulario-jh-143/>

[3] Reparación de un cable submarino. Disponible en:

<https://blogthinkbig.com/reparacion-cable-submarino>

[4] Dique seco. Disponible en: <https://www.sym-naval.com/es/blog/dique-seco-que-es/#None>

[5] Dique flotante. Disponible en:

<https://vadebarcos.net/2013/10/14/diques-flotantes-el-zhonghai-emeishan/>

[6] Estructura de un astillero. Disponible en: <https://infovisual.info/es/transporte/puerto>

[7] Electrodo revestido. Disponible en:

<https://www.ferrolan.com.ar/index.php/proceso/soldadura-por-electrodos-revestidos-final.html#:~:text=Ventajas%3A%20No%20utiliza%20gas%20de,altura%20porque%20pueden%20realizarse%20prolongaciones>

[8] MIG-MAG. Disponible en:

<https://www.telwin.com/es/telwin-academy/saldatura/mig-mag-welding/>

[9] Arco sumergido. Disponible en:

<https://acgprowelding.com/soldadura-por-arco-sumergido-y-sus-aplicaciones-en-la-construccion-naval/>

[10] Electrodo de tungsteno. Disponible en:

<https://www.fronius.com/es-es/spain/tecnologia-de-soldadura/el-mundo-de-la-soldadura/soldadura-tig>

[11] Arco de plasma. Disponible en:

<https://www.thefabricator.com/thefabricatorenespanol/article/plasmacutting/el-ranurado-por-arco-de-plasma-gana-terreno>

[12] Tipos de electrodos. Disponible en:

https://www.esabna.com/westarco/sp/education/blog/sistema_clasificacion_electrodos_aws.cfm

[13] Estructura de un submarino. Disponible en:

<https://www.elsnorkel.com/2015/11/tecnologia-cascos-y-aceros-submarinos.html>

[14] Tratamientos térmicos – temple. Disponible en:

<https://es.airliquide.com/soluciones/tratamiento-termico-de-metales/que-es-el-tratamiento-termico-y-cuales-son-sus-objetivos>

[15] Proceso de un tratamiento térmico. Disponible en:

<https://www.templeindustrialesalcala.es/tratamientos-termicos/>

[16] Corte de metal con radial. Disponible en:

<https://sp.depositphotos.com/stock-photos/rueda-de-corte-de-diamante.html>

[17] Adhesivo monocomponente. Disponible en:

<http://www.sytrans.es/docs/cms/02-loctite-soluc-industria-1.pdf>

[18] Ensamblaje del Submarino S81P. Disponible en:

<https://www.defensa.com/programa-submarino-s-80/primero-submarinos-s-80-plus-para-armada-espanola-sera-puesto>

[19] Botadura Submarino S81P. Disponible en:

<https://www.laverdad.es/murcia/cartagena/comienzan-cartagena-maniobras-20210507094258-nt.html>

[20] Armamento del Submarino K-329. Disponible en:

http://www.alternativepressagency.com/549_noticia/rusia-cuenta-con-un-nuevo-y-letal-subamrino-estratgico

[21] Reparación Submarino ARA. Disponible en:

[La reparación de media vida del submarino ARA 'San Juan' comienza su última etapa \(infodefensa.com\)](http://www.infodefensa.com)

[22] Reparación del Submarino S81P debido al sobrepeso. Disponible en:

https://elpais.com/politica/2013/05/08/actualidad/1368033966_797022.html

[23] Proceso de cavitación. Disponible en:

<https://apelsa.es/que-es-la-cavitacion-de-las-bombas-y-como-prevenir-la/>

[24] Cavitación. Disponible en: <https://seaphase.com/que-es-la-cavitacion-y-para-que-sirve/>

[25] Pintado del BAM Furor. Disponible en:

<https://www.exponav.org/el-pintado-y-chorreado-de-los-buques-normas-y-patrones/>

[26] Protección catódica. Disponible en:

<https://www.areametalurgia.com/post/qu%C3%A9-es-la-protecci%C3%B3n-cat%C3%B3dica>

[27] Limpieza de tanques. Disponible en:

<https://www.elastec.com/es/equipo-de-limpieza-de-tanques-de-aceite/>

[28] Señalización de EPIS obligatorios. Fuente propia.

[29] Estatuto de los trabajadores. Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-11430-consolidado.pdf>

[30] Prohibición de bebidas alcohólicas y drogas. Fuente propia.

[31] Señal de prohibido el paso. Disponible en:

<https://es.dreamstime.com/se%C3%B1ales-de-advertencia-parada-paseo-persona-vector-caminata-la-stock-image164555003>

[32] Limitación de velocidad en astillero. Disponible en:

<https://neomotor.sport.es/conduccion/los-nuevos-limites-de-velocidad-de-20-y-30-km-h-en-ciudad-entraran-en-vigor-el-11-de-mayo.html>

[33] Salida de emergencia. Disponible en: <https://ambaritc.es/producto/salida-de-emergencia/>

[34] Manejo de equipos. Fuente propia.

[35] Productos químicos. Fuente propia.

[36] Orden y limpieza. Disponible en:

<https://www.4mepro.es/senales-de-obligacion/senal-obligatorio-mantener-orden-y-limpieza-54146.html>

[37] Materiales sobrantes y residuos. Disponible en:

<https://es.dreamstime.com/desperdicios-del-astillero-image100310193>

[38] Equipos contraincendios. Disponible en:

<https://nadinsa.com/producto/senales-de-extincion/>

[39] Definición de enfermedad profesional. Disponible en:

<https://madridprevencion.es/como-prevenir-enfermedades-profesionales/>

[40] Caídas. Fuente propia.

[41] Caídas de objetos. Fuente propia.

[42] Riesgo por fuego. Disponible en:

https://es.123rf.com/photo_74947897_se%C3%B1al-de-advertencia-con-s%C3%ADmbolo-de-fuego.html

[43] Sobreesfuerzos. Fuente propia.

[44] Golpes. Disponible en:

<http://cemelilla.org/wp-content/uploads/2019/12/Instrucciones-para-la-Se%C3%B1alizaci%C3%B3n-de-Seguridad-y-Salud-de-Edificios.pdf>

[45] Proyección de partículas. Fuente propia.

[46] Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre. Disponible en:

<https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-22169-consolidado.pdf>

[47] Riesgos laborales y seguridad en un astillero. Disponible en:

https://www.seguridad-laboral.es/asi-fue/expertos-en-prevencion-analizan-los-riesgos-laborales-y-la-seguridad-en-el-trabajo-en-el-sector-naval-y-astillero_20140501.html

[48] Vigilancia de la salud. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es>

[49] Riesgo por atrapamientos. Fuente propia.

[50] Obligatorio uso de gafas. Fuente propia.

[51] Nodrizas, elemento en mangueras. Disponible en:

http://sepa.as/v_portal/informacion/informacionver.asp?cod=1832&te=192&idage=3386&va p=0#:~:text=Son%20veh%C3%ADculos%20pesados%20que%20permiten,cabina%20sencilla%20y%20tres%20plazas.

[52] Incendio en astillero de Pontevedra. Disponible en:

https://www.lasexta.com/noticias/sociedad/espectacular-incendio-en-un-astillero-de-pontevedra-con-explosiones-barcos-calcinados-y-temor-ante-vertidos-contaminantes_201911095dc6dadd0cf2c877a9098689.html

[53] Riesgos eléctricos. Disponible en: <https://senior.com/producto/senal-cartel-de-riesgo-electrico/>

[54] Medidas de prevención para evitar riesgos eléctricos. Disponible en:

<https://www.insst.es/documents/94886/203536/Gu%C3%ADa+t%C3%A9cnica+para+la+evaluaci%C3%B3n+y+prevenci%C3%B3n+de+los+riesgos+relacionados+con+la+protecci%C3%B3n+fr ente+al+riesgo+el%C3%A9ctrico/7455ad76-c68b-498a-b898-cdb8e09baa4f>

[55] Peligro por ruido. Disponible en:

<https://equiposproteccion.com/productos/senal-adhad13-adhesivo-peligro-ruido/>

[56] Protección acústica obligatoria. Disponible en:

<http://www.fotosadr.com/senales/paginas/PRL%20OBLIGACION%20es%20obligatorio%20el%20uso%20de%20proteccion%20acustica.htm>

[57] Equipos de respiración autónoma. Disponible en:

<https://www.atproteccion.com/equipos-respiracion-autonoma/5822-equipo-de-respiracion-autonomo-msa-m1.html>

[58] Señales de obligatoriedad. Fuente propia.

[59] Señales de peligrosidad. Fuente propia.

[60] Conato de emergencia. Disponible en:

<https://www.jubilacionypension.com/derechos-obligaciones/legislacion/conato-emergencia/>

[61] Emergencia parcial. Disponible en: https://www.chospab.es/plan_emergencias/tipos.htm

[62] Emergencia general. Disponible en:

<https://www.insst.es/-/-todas-las-emergencias-son-iguales->

[63] ¿Qué es el Lean Manufacturing? Disponible en:

<https://www.scribd.com/document/485145755/EOI-LeanManufacturing-2013-pdf>

[64] Estudio de Aberdeen Group sobre la implantación del Lean Manufacturing entre 300 empresas estadounidenses. Disponible en:

<https://www.clubensayos.com/Temas-Variados/Lean-Manufacturing/2168674.html>

[65] Evolución del estudio de Aberdeen Group. Disponible en:

<https://kamein.com/2017/11/03/lean-manufacturing-por-la-excelencia-operacional/>

[66] Orígenes del Lean Manufacturing. Disponible en:

<https://www.revistagq.com/video/watch/los-6-grados-sakichi-toyoda-6-grados-al-exito-un-podcast-de-gq-gq-espana>

[67] Antecedentes del Lean Manufacturing. Disponible en:

<https://www.toolshero.es/toolsheroes/kaoru-ishikawa/>

[68] Lean Manufacturing en la década de los 90. Disponible en:

<https://leanmanufacturing10.com/la-maquina-cambio-mundo-resumen-e-ideas-principales>

[69] Japanese Work Organization (JWO). Disponible en:

<https://www.coursehero.com/file/p5f8u1sm/Al-amparo-de-la-filosof%C3%ADa-JIT-fueron-desarroll%C3%A1ndose-diferentes-t%C3%A9cnicas-como/>

[70] Casa del Sistema de Producción Toyota. Disponible en: <https://www.iep.edu.es/que-es-el-sistema-de-produccion-toyota/>

[71] Estructura de la Casa del Sistema de Producción Toyota. Disponible en:

https://www.researchgate.net/figure/Figura-1-Casa-del-Sistema-de-Produccion-Toyota-adaptado-de-Lean-Lexicon-Al-iniciar-la_fig1_277874797

[72] Estructura de precios. Disponible en:

<https://www.eoi.es/es/files/eoileanmanufacturing2013pdf>

[73] Técnicas del Lean Manufacturing. Disponible en: <https://www.ceupe.com/blog/cuales-son-las-tecnicas-lean.html>

[74] Metodología 5S. Disponible en:

<http://blog.qualidadesimples.com.br/es/2017/08/28/o-que-e-e-como-aplicar-metodologia-5s-na-sua-empresa/>

[75] Identificación de materiales. Disponible en:

<https://www.eoi.es/es/files/eoileanmanufacturing2013pdf>

