



Universidad Tecnológica ECOTEC

Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza

Título del trabajo:

Optimización de los procesos existentes en el área de aseguramiento de la calidad mediante el uso de un Diagrama de recorrido en Astinave Empresa Pública.

Línea de Investigación:

Gestión de los Procesos productivos y operativos industriales

Modalidad de titulación:

Presencial

Carrera:

Ingeniería Industrial

Título por obtener:

Ingeniero Industrial

Autor:

Dayana Roxana Obando Torres

José Adrián Ruiz Romero

Tutores:

Phd. Pedro Tobar

Samboyondón – Ecuador

2025

ANEXO No. 9**PROCESO DE TITULACIÓN****CERTIFICADO DE APROBACIÓN DEL TUTOR**

Samborondón, 07 de Agosto de 2025

Magíster o Doctor

Erika Ascencio

Unidad Académica: Facultad de Ingenierías, Arquitectura y Ciencias de la Naturaleza

Universidad Tecnológica ECOTEC

De mis consideraciones:

Por medio de la presente comunico a usted que el trabajo de titulación TITULADO: "Optimización de los procesos existentes en el área de aseguramiento de la calidad mediante el uso de un Diagrama de recorrido en Astinave Empresa Pública., fue revisado, siendo su contenido original en su totalidad, así como el cumplimiento de los requerimientos establecidos en la guía para su elaboración, por lo que se autoriza a los estudiantes: Obando Torres Dayana Roxana Y Ruiz Romero José Adrian, para que proceda con la presentación oral del mismo.

ATENTAMENTE,



**Pedro Jose Tobar
Espinoza**



Firma

PhD. Pedro J. Tobar Espinoza

Tutor(a)

ANEXO No. 10

**PROCESO DE TITULACIÓN
CERTIFICADO DEL PORCENTAJE DE COINCIDENCIAS
DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

Habiendo sido revisado el trabajo de titulación TITULADO: "Optimización de los procesos existentes en el área de aseguramiento de la calidad mediante el uso de un Diagrama de recorrido en Astinave Empresa Pública." elaborado por Obando Torres Dayana Roxana Y Ruiz Romero José Adrian fue remitido al sistema de coincidencias en todo su contenido el mismo que presentó un porcentaje del 1 (%) mismo que cumple con el valor aceptado para su presentación que es inferior o igual al 10% sobre el total de hojas del documento. Adicional se adjunta print de pantalla de dicho resultado.



ATENTAMENTE,



Firma

PhD. Pedro J. Tobar Espinoza

Tutor(a)

Dedicatoria

Dedico este trabajo con todo mi amor y gratitud a mis padres y hermanos, por ser mi guía, mi apoyo incondicional y mi mayor inspiración. Gracias por sus sacrificios, su confianza en mí y por enseñarme, con su ejemplo, el valor del esfuerzo y la perseverancia.

A mi compañero de tesis, por su dedicación, responsabilidad y compañerismo a lo largo de este proyecto. Gracias por compartir este reto conmigo, por su apoyo en los momentos difíciles y por el trabajo en equipo que hizo posible alcanzar esta meta juntos.

A mis profesores y mentores, quienes inculcaron en mí el deseo de aprender y superarme constantemente. Su dedicación y enseñanzas han sido fundamentales en mi desarrollo profesional y personal.

A Dios, por darme la fuerza, la salud y las oportunidades para alcanzar esta meta.

Agradecimiento

Ante todo, agradezco a Dios por darme la fuerza, la sabiduría y la salud necesarias para superar cada reto a lo largo de este proceso.

A mis padres y familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por creer en mí incluso cuando tenía dudas. Su ejemplo de perseverancia ha sido mi mayor motivación.

A mi compañero de tesis, gracias por su responsabilidad, compromiso y camaradería. Afrontamos este reto juntos, y cada logro es fruto del esfuerzo compartido.

Agradezco profundamente a nuestro tutor de tesis, por su invaluable guía, paciencia y dedicación en cada etapa del proyecto. Su guía fue fundamental para el desarrollo de esta investigación.

A los profesores y al personal académico de [nombre de la universidad o institución], por los conocimientos impartidos, la formación recibida y el apoyo brindado durante nuestros estudios.

Resumen

La presente investigación se enfoca en la optimización de los procesos del área de Aseguramiento de la Calidad en Astinave Empresa Pública, mediante la implementación de diagramas de recorrido como herramienta de análisis y mejora operativa. Se identificaron ineficiencias significativas en los desplazamientos, tiempos muertos y duplicidad de tareas, los cuales afectan la productividad y la trazabilidad del proceso de inspección. Al examinar los procedimientos más críticos ensayo con tintas penetrantes, inspección visual de cordones de soldadura y prueba de fugas con cámara acústica se propuso reestructurar el flujo de trabajo apoyándose en herramientas digitales, kits portátiles y una planificación más anticipada. Desde la implantación de estas medidas, los plazos de ejecución se han reducido de forma notable, lo que ha incrementado la eficiencia, la seguridad y el control documental, todo ello sin comprometer los estándares técnicos ni la calidad del servicio. Esta optimización contribuye al fortalecimiento institucional de ASTINAVE EP y se alinea con los principios de mejora continua, digitalización y eficiencia operativa impulsados por el Estado ecuatoriano.

Palabras clave: Optimización de procesos, aseguramiento de la calidad, diagrama de recorrido, eficiencia operativa, industria naval, Astinave EP, mejora continua.

ABSTRACT

This research focuses on optimizing the processes within the Quality Assurance Department at Astinave Public Company through the implementation of flow diagrams as a tool for operational analysis and improvement. Significant inefficiencies were identified in terms of movement, idle times, and task duplication, all of which negatively impact productivity and the traceability of the inspection process. By examining the most critical procedures dye penetrant testing, visual inspection of weld seams, and acoustic chamber leak testing a workflow restructuring was proposed, supported by digital tools, portables kits, and more proactive planning. Since the implementation of these measures, execution times have been significantly reduced, leading to increased efficiency, safety, and document control, all without compromising technical standards or service quality. This optimization strengthens the institutional capacity of ASTINAVE EP and aligns with the principles of continuous improvement, digitalization, and operational efficiency promoted by the Ecuadorian State.

Keywords: Process optimization, quality assurance, flow diagram, operational efficiency, shipbuilding industry, Astinave EP, continuous improvement.

Tabla de contenido

I.	CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	12
1.1.	Contexto Histórico Social	12
1.2.	Situación Actual y Relevancia del Estudio	13
1.3.	Antecedentes.....	14
1.4.	Planteamiento del problema	16
1.5.	Objetivos.....	17
1.5.1.	Objetivo General.....	17
1.5.2.	Objetivos Específicos.....	17
1.6.	Justificación	18
1.7.	Formulación del Problema	19
II.	CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	19
2.1.	Aseguramiento de la calidad.....	19
2.1.1.	Diferenciación del control de calidad.....	19
2.2.	Aseguramiento de la calidad en la industria naval	20
2.2.1.	Aspectos clave del aseguramiento de la calidad en la industria naval:	21
2.3.	Optimización de procesos.....	22
2.4.	Diagrama de recorrido	23
2.4.1.	Objetivos y relevancia estratégica.....	24
2.5.	Diagrama de flujo.....	24
2.6.	Complementariedad entre Diagrama de recorrido y Diagrama de flujo	25
2.7.	Componentes y simbología.....	26
2.7.1.	Elementos clave para su representación	26
2.7.2.	Simbología e interpretación	26
III.	Capítulo III: Marco Metodológico	28
3.1.	Enfoque de investigación	28
3.2.	Tipo de investigación	28
3.3.	Población.....	29
3.3.1.	Alcance del estudio.....	29
3.4.	Instrumentos	30
3.4.1.	Metodología y herramientas para la optimización	31
3.5.	Alimentación del Diagrama de Recorrido	32
3.6.	Identificación de la información esencial.	33
3.7.	Recopilación de datos.....	34

3.8. Flujo de actividades de los procesos de inspección de calidad	37
IV. Capítulo IV: Diagnóstico del proceso actual	40
4.1. Descripción del proceso actual in situ	40
4.2. Análisis de datos recopilados de acuerdo a la observación de los procesos dentro del área de aseguramiento de calidad.....	41
4.2.1. Datos operación 1: Prueba de tintas penetrantes	42
4.2.2. Datos operación 2: Inspección visual a los cordones de soldadura.....	49
4.2.3. Datos operación 3: Prueba de fugas con cámara acústica.....	55
V. CAPÍTULO V: RESULTADOS	60
5.1. Descripción de datos para propuesta de optimización	60
5.1.1. Operación 1: Optimización de prueba de tintas penetrantes	60
5.1.2. Operación 2: Optimización de Inspección visual a los cordones de soldadura.....	65
5.1.3. Operación 3: Optimización de Prueba de fugas con cámara acústica.....	69
5.2. Comparativa entre flujo de actividades actual y propuesto.....	72
VI. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	75
6.1. Conclusiones	75
6.2. Recomendaciones	76
Bibliografía	77

Índice de tablas

Tabla 1: Símbolos estándar para diagramas de flujo y recorrido	27
Tabla 2: Diagrama de flujo para prueba de tintas penetrantes	42
Tabla 3: Distribución del tiempo de la prueba de tintas penetrantes (agrupado por tipo de actividad)	45
Tabla 4: Puntos críticos detectados dentro del proceso de prueba de tintas penetrantes	46
Tabla 5: Identificación de oportunidades de mejora dentro del proceso de prueba de tintas penetrantes.....	46
Tabla 6: Diagrama de flujo para inspección visual a los cordones de soldadura...	49
Tabla 7: Distribución del tiempo de la inspección visual a los cordones de soldadura (agrupado por tipo de actividad)	51
Tabla 8: Puntos críticos detectados dentro del proceso de inspección visual a los cordones de soldadura.....	52
Tabla 9: Identificación de oportunidades de mejora dentro del proceso de inspección visual a los cordones de soldadura	52
Tabla 10: Diagrama de flujo para prueba de fugas con cámara acústica.....	55
Tabla 11: Distribución del tiempo del proceso de prueba de fugas con cámara acústica (agrupado por tipo de actividad).....	57
Tabla 12: Puntos críticos detectados dentro del proceso de prueba de fugas con cámara acústica	58
Tabla 13: Identificación de oportunidades de mejora dentro de la prueba de fugas con cámara acústica	58
Tabla 14: Diagrama de flujo propuesto para prueba de tintas penetrantes	60
Tabla 15: Principales mejoras aplicadas dentro del flujo de actividades de la prueba de tintas penetrantes.....	62
Tabla 16: Diagrama de flujo propuesto para Inspección visual a los cordones de soldadura	65
Tabla 17: Principales mejoras aplicadas al flujo de actividades de la inspección visual a los cordones de soldadura	66
Tabla 18: Diagrama de flujo propuesto para Prueba de fugas con cámara acústica	69
Tabla 19: Principales mejoras aplicadas al flujo de actividades de la Prueba de fugas con cámara acústica.....	70

Índice de figuras

Figura 1:	Diferencias entre aseguramiento de la calidad y control de calidad	20
Figura 2:	Mapa de Astinave EP – División de áreas.....	35
Figura 3:	Diagrama de flujo de procesos general	36
Figura 4:	Diagrama de flujo proceso Prueba de tintas penetrantes	37
Figura 5:	Diagrama de flujo proceso Inspección a los cordones de soldadura	38
Figura 6:	Diagrama de flujo proceso Prueba de fugas con cámara acústica	39
Figura 7:	Diagrama de recorrido actual del proceso de prueba de tintas penetrantes	47
Figura 8:	Diagrama de recorrido actual proceso de inspección visual a los cordones de soldadura.....	53
Figura 9:	Diagrama de recorrido actual prueba de fugas con cámara acústica...	59
Figura 10:	Propuesta de diagrama de recorrido optimizado – Prueba de tintas penetrantes	64
Figura 11:	Propuesta diagrama de recorrido optimizado – inspección a los cordones de soldadura.....	68
Figura 12:	Propuesta de diagrama de recorrido optimizado – Prueba de fugas con cámara acústica	71
Figura 13:	Comparación de tiempos procesos estudiados	73
Figura 14:	Comparación de número de transporte diagramas actuales vs propuestos	74

I. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Contexto Histórico Social

Desde mediados del siglo XX, el Ecuador ha promovido iniciativas para fortalecer su aparato productivo mediante procesos de industrialización dirigidos a sustituir importaciones, crear empleo y diversificar su economía. Aunque dicho proceso ha sido irregular y limitado por la dependencia de recursos primarios, permitió el surgimiento de empresas estatales vinculadas a sectores estratégicos, como el naval.

En este contexto se originó Astinave Empresa Pública, una entidad creada para impulsar el desarrollo tecnológico e industrial vinculado a la defensa, con capacidades crecientes en construcción, mantenimiento y reparación de embarcaciones. Su evolución refleja la transición del país hacia una economía que busca integrar estándares internacionales de calidad en sus procesos productivos. La consolidación de Astinave EP resultó de una política estatal tendiente a la soberanía operativa en materia naval y oligopólico del país, así como al avance de su infraestructura técnica. A la par, el aseguramiento de la calidad ha evolucionado desde una perspectiva de control en la inspección de productos terminados hacia un enfoque más integral y preventivo, en base a la norma ISO 9001:2015, que exige la existencia de procesos, participación organizacional, sistematicidad y mejora continua (Ishikawa, 1976).

Dicha implementación de los sistemas de gestión de calidad en el sector industrial ecuatoriano ha existido de forma embrionaria, y ha contado con el impulso de factores internacionales, de ordenamientos del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN), y la necesidad de afrontar la competencia de alcance global. Esto a su vez ha resultado en transformaciones sociales relevantes, en tanto que el aseguramiento de la calidad afecta de manera directa a la reducción de errores, reforzando el clima laboral y la satisfacción del cliente, lo que permite relaciones sostenibles entre los trabajadores, las organizaciones y los consumidores en último término. En este sentido, la calidad comienza a no ser una función aislada, sino que se convierte en un elemento estructural de la cultura organizacional, generando eficiencia operativa y mejora la imagen

institucional (García & Pérez, 2020). Esta eficiencia operativa se puede llegar conseguir mediante el uso de diversas herramientas las cuales sean capaces de ayudarnos a identificar, eliminar, y optimizar procesos o partes de estos con el fin de llegar a conseguir esa mejora de la imagen institucional que se busca.

La aplicación de herramientas como el diagrama de recorrido responde a la necesidad de optimizar recursos y mejorar la articulación de actividades, alineándose con los lineamientos de la modernización del Estado ecuatoriano, que promueven la eficiencia, transparencia y mejora continua en la gestión pública, (Instituto Escadia, 2024)

Astinave EP, al ser parte del sistema de empresas públicas, está sujeta a estas directrices que impulsan la integración de instrumentos técnicos para lograr operaciones más ágiles, sostenibles y orientadas a resultados. El análisis y rediseño de procesos mediante técnicas como la planificación sistemática del layout permite identificar cuellos de botella, eliminar desperdicios y fortalecer la coordinación interdepartamental, generando valor institucional y consolidando el rol estratégico de la empresa en el aparato productivo nacional (Muther, 2015). Estas acciones contribuyen a garantizar la calidad no solo como resultado, sino como un principio operativo transversal a toda la estructura organizativa.

1.2. Situación Actual y Relevancia del Estudio

En la actualidad, Astinave Empresa Pública se posiciona como un actor estratégico en la industria naval ecuatoriana, con una participación destacada en la construcción, repotenciación y carenamiento de embarcaciones para el sector defensa y comercial. El área de Aseguramiento de la Calidad enfrenta desafíos operativos relacionados con la ausencia de herramientas sistemáticas para el análisis de flujos de trabajo, lo que genera redundancias, desplazamientos innecesarios y tiempos de espera prolongados. Estas ineficiencias impactan negativamente en la productividad y capacidad de cumplir con los estándares industriales de calidad de la industria naval (Astinave EP, 2023).

Es evidente la necesidad de optimización, considerando que la mejora de procesos es clave para lograr una mayor eficiencia operativa, minimizando el costo, es así que el uso de herramientas como el Diagrama de Recorrido permitirían el control del flujo de materiales y actividades dentro de un proceso, ya que ayudan a identificar los cuellos de botella y los desperdicios que afectan la eficiencia. El diagrama de recorrido en el Aseguramiento de la Calidad de Astinave EP tiene como objetivo mejorar los procesos actuales, optimizando tiempo y costo, sin comprometer el cumplimiento de estándares.

El hecho de que la investigación ayude a Astinave EP en su mejora continua y competitividad dentro del mercado naval, es de gran relevancia. Puesto que lleva a que se garantice la optimización de los procesos de calidad dentro de la compañía y se permite el cumplimiento de los requerimientos de los clientes a nivel local y mundial. La investigación contribuye a las líneas de modernización del Estado ecuatoriano al impulsar el uso de la tecnología, la eficiencia, la transparencia y la mejora continua en la administración pública (Ideia Consulting, 2024).

El impacto del estudio se vincula con la innovación y el progreso institucional, dado que la aplicación de herramientas de análisis de procesos facilita el cambio en la cultura organizacional hacia la calidad y eficiencia. La incorporación de prácticas de mejora continua y de gestión de calidad, como el Diagrama de Recorrido, permite a Astinave EP afianzar su rol como empresa pública estratégica y consolidar su presencia en la industria naval ecuatoriana.

1.3. Antecedentes

En relación con la gestión de la calidad de la industria naval ecuatoriana, hay múltiples estudios centrados en la mejora de procesos en organizaciones como ASTINAVE EP y la Armada Ecuatoriana. Un estudio de Zavala Villota (2015) examinó el impacto del Sistema de Gestión de Calidad (SGC) en los procesos internos de ASTINAVE EP, demostrando que la certificación ISO ayudó a mejorar la productividad

operativa y la satisfacción del cliente. El estudio señala la necesidad de que las empresas públicas del sector naval incorporen marcos de mejora de la competitividad, utilizando el SGC, para fortalecer su valoración en el mercado (Zavala & Villota, 2015).

Un SGC se puede definir con precisión como el conjunto de políticas, procesos y procedimientos los cuales son esenciales para la planificación y ejecución de las distintas áreas de negocio existentes dentro de una organización (Steubel, 2024). Dentro del presente estudio nos enfocamos en los procesos ejecutados por el área de aseguramiento de la calidad, donde la planificación y la correcta ejecución de los mismos es indispensable para la rápida detección de posibles desperfectos y el cumplimiento de los estándares. Según la Organización Internacional de Estandarización (ISO), la adopción de SGC dentro de las áreas de negocio promueve que, dentro de ellas, la reducción de errores, mejora de la eficiencia y en última instancia el aumento de la satisfacción del cliente, pudiendo definir que estos sistemas tienen como propósito fundamental el optimizar las diferentes operaciones o procesos desarrollados dentro de una organización.

Dentro de la industria naval la aplicación de un SGC representa un campo crítico, debido a la naturaleza del propio sector la cual es global y altamente regulada. La calidad dentro de la industria naval no solo se refiere a la excelencia del servicio, sino que está intrínsecamente relacionada a la seguridad operacional, la prevención de la contaminación y el cumplimiento de las normas impuestas por los entes reguladores internacionales y a su vez los estándares de calidad del cliente.

M. I. Defaz Arequipa (2014) se centró en la optimización de los servicios de secretaría de cuidado de embarcaciones y marcó el desarrollo de tiempos de respuesta para el servicio de embarcaciones en ASTINAVE EP. El autor propuso un mejor uso de herramientas de gestión y planificación para mejorar la coordinación de las actividades de cuidado, de modo que se logre mayor agilización y cumplimiento de plazos. Este estudio demostró cómo la falta de metodologías y sistemas de mejora continua es

perjudicial para el enriquecimiento de los servicios prestados Defaz Arequipa, M. I. (2014)).

Ortega Valdez (2013) evaluó la gestión de procesos en el mantenimiento de motores fuera de borda en el Taller de Maestranza de la Base Naval del Sur de la Armada Ecuatoriana. La investigación descubrió débiles vacíos en la planificación y ejecución de los procesos de mantenimiento, proponiendo un manual de gestión por procesos que incluye mapas y diagramas de flujo para formalizar la actividad estructurada y mejorar la eficiencia operativa. Este estudio también describe la necesidad de documentación de procedimientos junto con una adecuada gestión de recursos para garantizar calidad en el servicio de mantenimiento (Elio & Ortega Valdez, 2014).

Estos hallazgos destacan la necesidad de abordar los sistemas de gestión de calidad y los marcos de mejora de procesos dentro de la industria naval ecuatoriana. La implementación de herramientas como diagramas de flujo y sistemas de gestión por procesos permite identificar áreas definidas de mejora, así como reducir costos y tiempos, cumpliendo con los estándares de calidad definidos. Así, este estudio fue motivado por investigaciones anteriores para desarrollar aún más la eficiencia operativa en el área de aseguramiento de la calidad de ASTINAVE EP.

1.4. Planteamiento del problema

La optimización de un proceso siempre representa un reto en cualquier sector o industria. La industria marítimo – naval, en su conjunto, articula y tracciona grandes volúmenes de trabajo asociados a una serie de transformaciones de materiales en las cuales se requiere que los procesos cumplan con altos estándares preestablecidos.

En Astinave Empresa Pública, el área de Aseguramiento de la Calidad mantiene funciones críticas en el cumplimiento normativo de los procesos y productos respecto a sus estándares. No obstante, dentro de esta área, se ha diagnosticado una baja en la productividad derivada de flujos de trabajo y tiempos de respuesta deficientes.

“La eliminación del desperdicio es esencial para mejorar el flujo de trabajo y aumentar la eficiencia en cualquier organización” (Womack y Jones 1996). En este caso, dicha afirmación resalta la importancia e inmediatez del requerimiento de recurrir a metodologías que permitan detectar y eliminar ineficiencias del sistema en uso.

Estas ineficiencias pueden, en parte, atribuirse a la ausencia de un análisis exhaustivo de los caminos y flujos de los procesos existentes. En la actualidad, no hay un diagrama de flujo disponible que pueda ayudar a rastrear y refinar las secuencias de operaciones y el movimiento del personal.

Esto ha llevado a desplazamientos innecesarios, y tiempos de espera prolongados, lo cual incrementa los costos operativos y reduce la efectividad del área, lo cual deriva en reprocesos y a la entrega de los trabajos los cuales se encuentran fuera de estándar.

Según el Instituto Escadía la optimización de procesos implica el análisis sistemático y la mejora continua de los procesos empresariales esto se realiza con el objetivo de aumentar la productividad, reducir costos, mejorar la calidad y agilizar los tiempos de entrega de los servicios o productos a los cuales la organización tiene como pilar fundamental de sus líneas de negocio.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Proponer un modelo de optimización de los flujos de trabajo y procesos del área de Aseguramiento de la Calidad en Astinave Empresa Pública, mediante la implementación de un diagrama de recorrido, con el propósito de mejorar la eficiencia operativa, reducir los tiempos de respuesta y asegurar el cumplimiento de los estándares establecidos en la industria marítima y naval en el área de calidad.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Identificar las actividades críticas y redundantes en los procesos de aseguramiento de la calidad en Astinave mediante el mapeo y análisis del diagrama de recorrido.

- Analizar los tiempos y movimientos actuales en los procesos para detectar cuellos de botella y posibles mejoras.
- Proponer un rediseño del flujo de trabajo basado en los hallazgos del diagrama de recorrido para minimizar desperdicios de tiempo y esfuerzo.

1.6. Justificación

La mapificación de procesos permite visualizar y analizar los flujos de trabajo para identificar inefficiencias y cuellos de botella. Esta herramienta resulta fundamental en los procesos de reingeniería, ya que contribuye a mejorar la eficiencia operativa y facilita el cumplimiento de los estándares de calidad y productividad exigidos por Astinave.

Un enfoque sistémico para la garantía de calidad, respaldado por un mapa de procesos, posibilita la detección de problemas relacionados con la experiencia del cliente que se originan en procesos comerciales deficientes. Abordar estas brechas permite a Astinave incrementar la satisfacción del cliente, aspecto clave para mantener una imagen corporativa favorable y conservar la competitividad en la industria.

Asimismo, los mapas de procesos brindan a la empresa una representación clara de sus operaciones, lo que favorece una toma de decisiones más rápida y precisa, posibilitando acciones oportunas. Con la implementación de estas herramientas, los líderes organizacionales pueden identificar y priorizar las áreas más críticas, logrando una asignación adecuada de recursos y fortaleciendo la gestión estratégica dentro de la organización.

La mapificación de procesos en Astinave también facilita la comparación de sus prácticas con los estándares industriales, contribuyendo al cumplimiento de requisitos de conformidad, como los establecidos en la norma ISO 9001. Al mismo tiempo, impulsa la construcción de una cultura de mejora continua, mediante la adopción de mejores prácticas en garantía de calidad.

Por último, un diagrama de flujo permite a Astinave adaptarse de forma más ágil a los cambios en el entorno operativo o a las demandas del mercado. La capacidad de

ajustar los procesos resulta vital para mantener la relevancia y el impacto en la competitiva industria de la construcción naval

1.7. Formulación del Problema

¿En qué medida puede influir la implementación de un diagrama de recorrido en la optimización de los procesos existentes dentro del área de aseguramiento de la calidad de Astinave EP?

II. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Aseguramiento de la calidad

Empezando con la caracterización del presente estudio se debe tener en cuenta que es lo que significa el concepto de aseguramiento de la calidad. La Asociación española de la calidad nos indica que, se trata del seguimiento de una línea de actuación clara con el fin de actuar en base a una serie de actividades y procesos planificados y sistematizados, esto siguiendo los lineamientos de la norma ISO 9001:2017 las cuales son necesarias para proporcionar confianza de que un producto o servicio cumplirá con unos estándares de calidad a los clientes previamente establecidos.

Este implica auditorías, evaluaciones, análisis estadísticos, pruebas de rendimiento e implementación de sistemas integrales de calidad, por lo cual, se puede decir que este proceso se orienta a el control y la mejora continua, teniendo como objetivo la prevención de desperfectos y asegurar el cumplimiento de las normas.

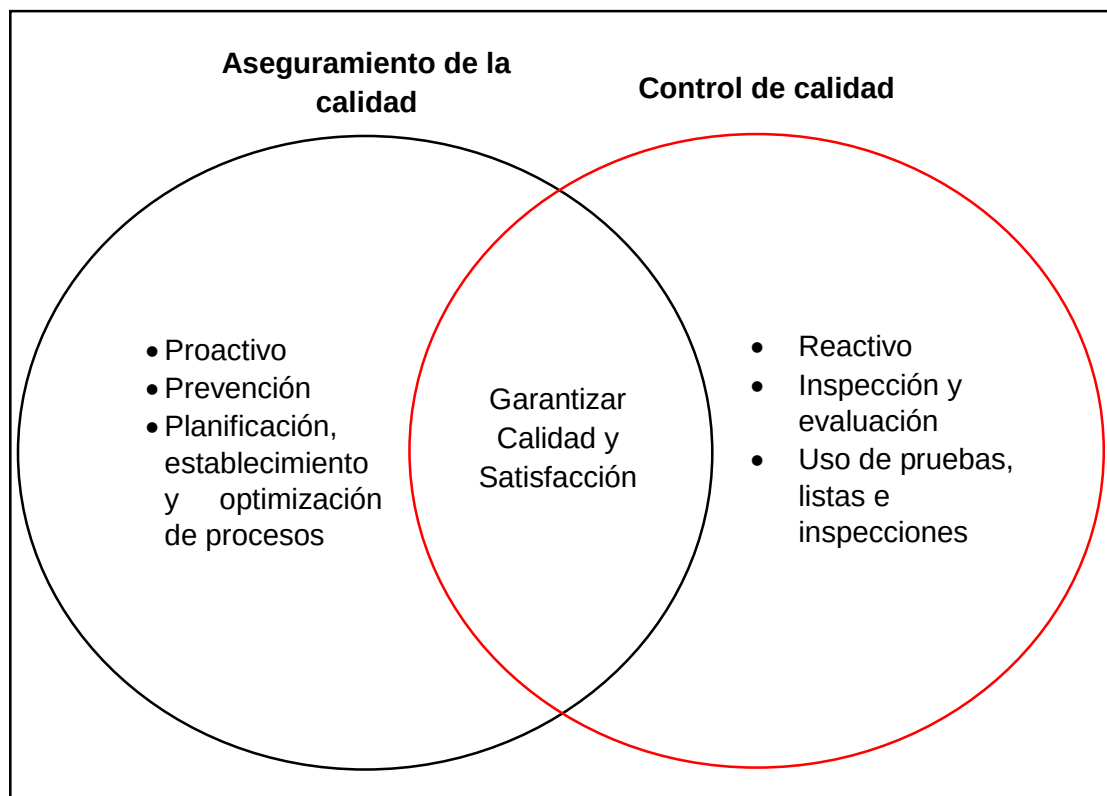
2.1.1. Diferenciación del control de calidad

Si bien parecen conceptos parecidos estos se diferencian con sus enfoques y sus objetivos.

Como ya se definió el aseguramiento de la calidad se enfoca en la planificación, este es un proceso el cual se orienta a la prevención, optimiza y establece procesos con el fin de evitar en el encontrar desperfectos y ofrecer el mejor producto al cliente. Se puede definir este como un proceso proactivo.

Por otro lado, el control de calidad lo podemos definir como un proceso reactivo, es decir, este tiene como objetivo la búsqueda y corrección de desperfectos dentro de los productos o servicios los cuales ya se encuentran terminados. El aseguramiento de la calidad y el control de calidad son dos conceptos relacionados entre sí, ambos tienen la finalidad de garantizar la calidad y satisfacción, mientras que uno tiene como objetivo la prevención y el otro la corrección, a su vez haciendo uso de enfoques distintos para cumplir con sus objetivos.

Figura 1: Diferencias entre aseguramiento de la calidad y control de calidad



Nota: Se muestran cuales son las principales diferencias entre conceptos y sus puntos en común, muestra que son complementarios. Fuente: Elaboración propia

2.2. Aseguramiento de la calidad en la industria naval

Dentro de la industria naval este proceso busca garantizar que los buques y equipos marítimos cumplan con los más altos estándares de calidad, siendo estos

exigentes en seguridad, durabilidad y fiabilidad, los cuales son exigidos dentro de normativas internacionales y a su vez los clientes.

El cumplimiento de los estándares de calidad implica lo siguiente:

- verificar el cumplimiento de las normas internacionales como lo es el convenio SOLAS.
- Control del proceso de fabricación de estructuras metálicas navales y soldaduras.
- Ensayos no destructivos (NDT), como ultrasonido o rayos X.
- Validación de planos, materiales y procedimientos.
- Supervisión en fases críticas: corte de placas, armado, pintura, instalación de sistemas eléctricos y mecánicos.
- Auditorías internas y externas.

2.2.1. Aspectos clave del aseguramiento de la calidad en la industria naval:

Estos son aspectos en los cuales se enfoca el proceso de aseguramiento de la calidad con el fin de lograr cumplir con sus objetivos sin perder su principal enfoque el cual es prevenir que ocurran desperfectos mientras se desarrolle cualquier etapa del proceso. Como indica la Organización Marítima Internacional (IMO), “el aseguramiento de la calidad busca prevenir los defectos con un enfoque en el proceso utilizado para fabricar un producto o dar un servicio. Es un proceso de calidad proactivo lo que significa que este actúa durante el proceso y no después como lo hace un proceso de calidad tradicional. Las regulaciones de la IMO y el convenio SOLAS proporcionan un marco para los estándares que deben seguirse en la construcción y operación de buques” (IMO, 2020)

Definición de estándares y la planificación de los procesos, los estándares se verán definidos por dos aspectos, el área específica donde se desarrolló la actividad a planificar y los requisitos los cuales son dictados por las normas reguladoras, como las son las IMO y SOLAS.

Control en cada etapa, este aspecto abarca desde la selección y seguimiento de proveedores de material, inspección de estructuras y la supervisión de procesos como soldadura

Recordar que estos aspectos deben tener una documentación y control exhaustivos, ya que las empresas navales se encuentran sometidas regularmente a auditorías, ya sean estas internas o externas. Como señalan Eyres y Bruce (2012), la documentación y las auditorías periódicas son fundamentales para mantener los estándares de calidad en la construcción naval. Las empresas deben asegurar la trazabilidad y el cumplimiento del proceso de aseguramiento de la calidad mediante inspecciones sistemáticas, control de proveedores y registro de datos, esto con el fin de lograr resolver cualquier inconveniente que se suscite durante el proceso cumpliendo así su enfoque proactivo.

2.3. Optimización de procesos

La optimización de procesos como parte de la orientación del aseguramiento de la calidad, según el PHVA nos permite desarrollar propuestas para generar que los procesos desarrollados dentro del área estén en constante mejora, contribuye a que estos sean eficientes y adaptables a los diferentes escenarios que pueden ocurrir. Este concepto es uno de los pilares para el aseguramiento de la calidad, ya que el mismo tiene como objetivo optimizar los procesos donde se involucra detectando pérdidas y oportunidades de mejora, haciendo de los resultados de los mismos, mejores o de mayor calidad, más rápidos y con un menor uso de recursos. Dentro del panorama actual de la optimización esta se sustenta bajo la premisa de que, si no puedes medirlo, no puedes mejorarlo, lo cual permite que las diferentes organizaciones innoven y se desarrollen de forma más rápida buscando resultados tangibles (Improvitz, 2024).

Dentro de la industria naval la optimización de procesos va más allá de la mejora de la calidad y la eficiencia, esta genera una ventaja competitiva dentro de la propia industria y provoca que los estándares dentro de la misma sean más rigurosos. La

complejidad sumada a los cortos plazos de entrega y las presiones tanto de los costos como las regulaciones a nivel global son características inherentes a la industria, donde la optimización de los procesos juega un papel fundamental en la reducción del impacto que generan estas dentro de la misma. Debido a la naturaleza altamente regulada de la industria naval, así como su importancia a nivel global y a su vez el alto riesgo de esta, se debe recalcar que la optimización dentro de los procesos de calidad no es solo una opción de rentabilidad, sino una necesidad para el cumplimiento de las distintas normativas y garantizar la seguridad ocupacional dentro de las distintas áreas de trabajo. De hecho, la industria naval en la actualidad, reconoce que la optimización de procesos es fundamental para asegurar el cumplimiento de normativas estrictas que garantizan la seguridad de las operaciones y del personal en un sector de alto riesgo como este (Smart Logistics Group, 2024).

2.4. Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido o también conocido como diagrama planimétrico de flujo es la representación gráfica de las actividades que ocurren en un área de trabajo junto con el flujo de los distintos elementos que componen estos procesos, estos son, materiales, personal, maquinaria y documentación. Este tipo de diagramas se emplean con el fin de establecer y analizar el recorrido de un solo producto o proceso, teniendo en cuenta operaciones, inspecciones, almacenamiento y transporte, detectando posibles cuellos de botella.

La finalidad de un diagrama de recorrido es optimizar los procesos estudiados con esto facilitando una mejor distribución de las áreas donde se realice el análisis y a su vez reduciendo las distancias de transporte de los diferentes elementos dentro de las actividades estudiadas.

Según García Criollo (2018), el diagrama de recorrido es una forma complementaria del diagrama de flujo, el cual es utilizado para su complementación en el análisis de los procesos. Esto nos quiere decir que, el diagrama de recorrido es

complementario al diagrama de flujo ya que en resumen son dos caracterizaciones distintas de un proceso a estudiar, mientras que el diagrama de recorrido se centra en el análisis del flujo de materiales y personal, elaborado en base a un plano a escala del proceso estudiado, el diagrama de flujo secuencia las actividades realizadas dentro de las diferentes etapas realizadas.

2.4.1. Objetivos y relevancia estratégica

Como ya se ha expuesto el propósito principal del diagrama de recorrido es el de mapear y representar de manera visual distintos flujos existentes dentro de un área u organización, facilitando la identificación de procesos con oportunidad de mejora.

Según Ryan Tronier el propósito de este es explicar cómo funciona un proceso de manera simple y directa, de manera que cualquiera lo pudiese entender. Se puede resumir que sus objetivos son los siguientes:

- Identificación de oportunidades de mejora.
- Simplificar ideas más complejas.
- Mejorar la comunicación.
- Optimizar el layout del área donde se desarrolla el proceso.

2.5. Diagrama de flujo

Para saber cómo este complementa el diagrama de recorrido se debe plantear como base en que consiste el diagrama de flujo y cuáles son sus características. Según Brañas, los diagramas de flujo son una representación visual de la sucesión de acciones, eventos o pasos para completar un proceso en específico. En el caso del presente estudio serían la secuencia de acciones llevadas a cabo por el área de aseguramiento de la calidad para verificar el cumplimiento de los estándares establecidos. Esta sucesión de pasos se representa haciendo uso de símbolos estandarizados para representar diferentes de las situaciones las cuales pueden ocurrir durante las mismas, al mismo tiempo que usa flechas para para representar el paso de una actividad a otra, al ser

considerado como una extensión del diagrama de recorrido, la simbología usada para ambas es la misma con variaciones dependiendo de la situación.

El objetivo principal de este es el de simplificar las ideas complejas, mejorar la comunicación y a su vez facilita la identificación de oportunidades de mejora en cualquier proceso donde se aplique de forma correcta.

2.6. Complementariedad entre Diagrama de recorrido y Diagrama de flujo

Aunque el diagrama de recorrido y el diagrama de flujo son herramientas distintas, se complementan eficazmente en el análisis y la optimización de procesos, y comparten una base común en su simbología.

Como ya se había explicado con anterioridad en este estudio, el diagrama de recorrido tiene un enfoque en representar específicamente los movimientos físicos de las personas, los materiales o incluso los equipos utilizados dentro del área donde se realizarán una serie de actividades, impactando a la productividad y los costos asociados a la operación.

Por otro lado, los diagramas de flujo son mucho más extensos, su área de trabajo no se limita solo a la representación de procesos físicos, ya que este puede representar también un proceso lógico o de información, esto debido a que se centra en la sucesión de tareas. Como ya sabemos todo proceso tiene entradas y salidas, así como puntos de decisión, es ahí donde el diagrama de flujo destaca por su versatilidad.

Según Ryan Tronier (2025), existen diferentes tipos de diagramas para la representación de procesos, la unión de estos mediante el análisis de las necesidades particulares de cada uno de los contextos de las distintas organizaciones donde se quieren usar estas herramientas, permiten que tenemos una comprensión integral de los procesos, el caso del presente estudio nos permitirá comprender desde la disposición física hasta la lógica interna de las operaciones, facilitando la identificación de puntos donde se pueda optimizar el proceso tanto a nivel lógico como en las rutas de desplazamientos de los distintos elementos que lo componen.

2.7. Componentes y simbología

La efectividad de estos diagramas reside en la capacidad de estos para traducir procesos los cuales son más complejos a un formato visual y más agradable a la vista, utilizando elementos y símbolos estandarizados con el fin de facilitar la interpretación y análisis de quien lo ve.

2.7.1. Elementos clave para su representación

Los diagramas de recorrido se construyen a partir de varios elementos los cuales en conjunto nos dan una imagen completa del proceso que se desarrolla, estos serían los siguientes:

Esquematzación de las instalaciones: El lienzo en blanco de lo que será el diagrama, este no deberá ser una representación a escala exacta, pero si deberá ser representativo, consiste en un layout de la ubicación o área donde se realicen las actividades relacionadas al proceso estudiado.

Locación de actividades: Posición de las actividades del proceso dentro del layout en el punto exacto donde estas se realizan, cada una de estas se identifica siguiendo un documento previo, como lo puede ser el diagrama de flujo.

Trayecto de los movimientos: Rotulación de las rutas que seguirán los elementos dentro del proceso, equipo, personas e insumos.

Encabezado: Especificara a qué clase de recorrido nos estamos refiriendo, teniendo en cuenta que los elementos dentro del proceso tienen distintas rutas.

2.7.2. Simbología e interpretación

Los diagramas de proceso emplean un lenguaje visual común, el de flujo y el de recorrido no son la excepción, estos al ser complementarios como se explicó con anterioridad comparten varios elementos dentro de su simbología, estos representan de manera gráfica lo que ocurre dentro del proceso.

A continuación, se mostrará una tabla con la simbología y su respectiva interpretación dentro de un diagrama de recorrido o de flujo.

Tabla 1: Símbolos estándar para diagramas de flujo y recorrido

Símbolo	Representación Visual	Interpretación
Inicio / fin del recorrido	 	Inicio (Azul): Indica el punto de inicio del desplazamiento del verificador. Fin (Rojo): Indica el dónde finaliza el recorrido del verificador.
Línea Azul		Representa el recorrido de ida del verificador a través del área al realizar sus actividades.
Línea Roja		Representa el recorrido de retorno del verificador al culminar sus actividades
Operación		Preparación para otra operación, transporte, inspección o almacenaje. También cuando el operario proporciona/recibe información o planea/calcula.
Transporte		Movimiento de un elemento de un lugar a otro.
Inspección		Verificación de calidad o cantidad de artículos sin que sufran ningún cambio.
Demora		Un objeto o persona espera la siguiente acción planeada; no se permite el flujo inmediato a la siguiente estación de trabajo.
Actividad de demora o espera		Actividad que genera una demora o en su defecto no agrega valor a la operación.
Inicio/Fin (flujo de actividades)		Marca el punto inicial o final del sistema o proceso. Dentro del diagrama de flujo de actividades.
Proceso/Acción		Representa un paso o acción específica dentro del proceso. Puede ser un solo paso o un subproceso completo.
Decisión		Indica un punto donde se requiere una elección o una pregunta que debe ser respondida, con diferentes caminos posibles.
Llegada/Salida		Representa el material o la información que entra o sale del sistema.

Nota: Se muestran los distintos símbolos que se usaran dentro del estudio y sus respectivos significados. Fuente: Elaboración Propia

III. Capítulo III: Marco Metodológico

En este capítulo se detalla el enfoque y los métodos utilizados para llevar a cabo la investigación orientada a optimizar los procesos del área de Aseguramiento de la Calidad en Astinave EP. Se describe el enfoque de la investigación de naturaleza mixta, es decir, parte cuantitativa y cualitativa, el tipo de estudio (investigación aplicada de carácter no experimental), el alcance (descriptivo), así como los métodos de recolección de datos empleados (observación directa de campo y análisis mediante diagrama de recorrido). Así mismo, se explica la delimitación del estudio en cuanto a lugar y población objetivo, se ofrece una descripción de las instalaciones de Astinave EP relevantes para el estudio y una caracterización del personal del área de calidad. Finalmente, se presentan los procedimientos de procesamiento y análisis de la información (principalmente mediante Microsoft Excel) y la evaluación cuantitativa de la situación actual a través del diagrama de recorrido, con la correspondiente propuesta de optimización basada en los hallazgos.

3.1. Enfoque de investigación

El estudio efectuado dentro de la Unidad de Aseguramiento de la Calidad es considerado una investigación mixta que combina ambos enfoques cuantitativos y cualitativos.

Cuantitativo: Para medir los tiempos de recorrido e inspecciones realiza el verificador durante sus verificaciones de calidad.

Cualitativo: Para obtener información detallada sobre las percepciones y movimientos de los trabajadores en relación a las inspecciones de calidad que hace el verificador.

3.2. Tipo de investigación

El presente estudio en sus diferentes etapas tendrá diferentes maneras para llevar a cabo sus objetivos de investigación, como lo son los siguientes tipos:

Exploratorio: Con el fin de recabar la información necesaria para identificar cuáles son los patrones que se pueden encontrar dentro del flujo de los procesos,

encontrar las relaciones que existen entre procesos, su importancia y el nivel de eficiencia con el cual estos se realizan.

Descriptivo: Caracterizar las distintas actividades realizadas en la unidad de aseguramiento de la calidad dentro de un diagrama de recorrido, teniendo en cuenta las particularidades de cada una de ella.

3.3. Población

Como objeto de la investigación se tendrán en cuenta las actividades realizadas por los verificadores de calidad los cuales intervienen dentro de los deferentes procesos del área de aseguramiento de la calidad. Se caracterizarán los flujos de las actividades teniendo en cuenta, los tiempos de duración de las actividades, de recorridos y cualquier tipo de distracción o actividad la cual no agregue valor a las operaciones, o en su defecto se puedan reducir sin que estas se vean afectadas.

3.3.1. Alcance del estudio

Se busca principalmente describir y caracterizar el proceso actual de aseguramiento de la calidad, identificando sus secuencias de actividades, traslados y tiempos, con el fin de diagnosticar problemas y áreas de mejora. En un estudio descriptivo, el objetivo es proporcionar una representación fiel y detallada del fenómeno tal como es observado, sin entrar todavía en análisis causales profundos (Arias & Covinos, 2021). En este caso, se detallan todas las etapas que realiza un verificador de calidad desde que inicia una inspección hasta que la concluye, cuantificando elementos relevantes (número de pasos del proceso, tiempo en cada actividad, distancias recorridas entre ubicaciones, etc.) y evidenciando dónde ocurren esperas o movimientos innecesarios.

En cuanto al alcance organizacional, se cubrió el proceso de inspección de calidad desde su inicio hasta su fin, lo que implicó recorrer diversas zonas: oficinas de calidad, vestidores, bodegas de insumos de calidad, talleres de producción (piezas, máquinas, carpintería, etc.), y de vuelta a oficinas. No se incluyeron otras actividades del

área de calidad como la calibración de instrumentos o gestión documental, pues la atención se centró en el flujo operativo de las inspecciones técnicas en planta. Geográficamente, la delimitación principal es la planta industrial principal de Astinave EP ubicada en el sur de Guayaquil (provincia del Guayas, Ecuador), donde se encuentran los talleres y diques operativos de la empresa.

No se consideraron en este estudio los procesos de calidad realizados en proyectos fuera de las instalaciones (por ejemplo, inspecciones en campo a proveedores externos o en embarcaciones fuera del astillero). Tampoco se incluyeron áreas administrativas ajenas a calidad. La población sujeta a observación fue el personal de la Unidad de Aseguramiento de Calidad en sus labores cotidianas dentro del astillero.

Esta delimitación garantiza que el análisis y las propuestas resultantes estén acotados a la realidad inmediata y controlable de Astinave EP, evitando extrapolar indebidamente conclusiones fuera de contexto. La intención es que los hallazgos y mejoras propuestas sean directamente aplicables dentro del alcance definido (procesos de inspección de calidad en Astinave EP, año 2023).

3.4. Instrumentos

Se hará uso de formatos de diagramas de flujo desarrollados en Excel, donde estarán los tiempos aproximados de todas las actividades correspondientes a sus respectivas operaciones, tomando en cuenta los tiempos de distracciones u actividades ya sean o no parte fundamental de la operación. Haciendo uso de cronómetros para tomar tiempos y así tener una idea de cuál es el estándar para las actividades.

Se tendrá como método principal para la recopilación de información el uso de la observación como método principal para caracterizar las actividades realizadas por el área de aseguramiento de la calidad. Esto va de la mano con el uso de la metodología Lean six sigma, donde se hará uso de los planteamientos del DMAIC el cual es el que mejor se acopla a los objetivos de los diagramas de recorrido, sin entrar en la etapa final de control, ya que esta no va de acuerdo al alcance del presente estudio.

3.4.1. Metodología y herramientas para la optimización

Para cumplir con los objetivos de la optimización de procesos existen diversas metodologías y herramientas que las acompañan, cada una con su propia estructura y su enfoque particular, pero al mismo tiempo con el enfoque común de mejorar la eficiencia y la calidad.

Dentro del presente estudio se tiene como objetivo el mapeo de los distintos procesos realizados dentro del área de aseguramiento de la calidad, por lo tanto, se considera que la metodología que mejor se adapta a este y a la principal herramienta utilizada, es la Lean Six Sigma, usando su enfoque basado en datos y enfocado a la resolución de y optimización de procesos conocido como DMAIC. El cual se basa en varias fase las cuales son, Definir, la cual se realiza mediante la caracterización del área y sus procesos, Medir, la recopilación de datos cuantitativos como tiempos y datos cualitativos como las características de los procesos, Analizar, entender las particularidades y limitaciones de los procesos estudiados, Mejorar, proponer la mejora dentro del área en base a las fases anteriores, y por último, Control, la cual no es parte del alcance del presente estudio, sin embargo, es parte fundamental de para que las mejoras duren a través del tiempo y se puedan seguir mejorando los procesos dentro del área. Debido a su enfoque y a que herramientas como el diagrama de recorrido y el de flujo están directamente relacionadas a ella esta metodología ha sido escogida dentro del presente estudio. Como nos explica Karlo Tanjuakio (2024), esta metodología se centra en la identificación y eliminación de actividades que no añaden valor a las cuales comúnmente se las denomina como desperdicios, esta premisa se acopla de forma perfecta a los objetivos de los diagramas usados dentro de este estudio y por lo tanto ayuda a cumplirlos de buena manera en caso de seguirlos.

Alba Ramos, Daniel Cavadas y Laura Horcajada (2025), nos describen la metodología Lean Six Sigma como una filosofía la cual integra en si el Six Sigma, integrando décadas de conocimiento sobre la mejora continua. También se nos recalca que el objetivo fundamental de esta filosofía de trabajo es “Eliminar todo aquello que

impida que un producto cumpla con los estándares de un cliente”. Por lo cual dentro del presente estudio definiremos a la metodología mencionada como, aquella que nos ayudara a la con la identificación y la reducción de actividades o procedimientos realizados dentro del área de aseguramiento de la calidad, los cuales impidan el rápido análisis de los estándares tanto de, la empresa, el cliente y los organismos reguladores de las normativas internacionales en cuanto a la industria naval se refiere, haciendo uso herramientas como, diagramas de recorrido y diagramas de flujo, los cuales encajan de manera perfecta al enfoque de la misma.

3.5. Alimentación del Diagrama de Recorrido

Como ya sabemos la efectividad de las herramientas que podemos usar dentro de nuestros trabajos de investigación va a depender directamente de la calidad que tengan los datos con los cuales alimentemos esas herramientas, los diagramas de recorrido no son la excepción, la precisión y la utilidad de estos va a estar relacionada con la exhaustividad con la cual se recopilen los datos utilizados y de qué manera los empleamos dentro de nuestra metodología de trabajo. El proceso que se debe seguir para alimentar nuestra herramienta no es simplemente descriptivo, este debe diagnosticar y prescribir, transformando la recolección de la información en una herramienta proactiva con el fin de solucionar problemas y tener un enfoque hacia la mejora continua. Los puntos donde se tomarán los datos estarán alineados a las variables las cuales impulsen la optimización. Por lo tanto la estrategia de recopilación de datos estará alineada con nuestros objetivos y la identificación de problemas. En este contexto es incuestionable cual es la relevancia de la calidad de los datos. Según Hassenstein & Vanella (2022) la calidad de los datos define la utilidad de los datos con los cuales tomamos decisiones, una calidad de datos alta es esencial para generar un análisis y comprensión de estos que sea fiable, mientras que una calidad de datos deficiente conducirá a datos sesgados y a tomar decisiones de forma errónea.

3.6. Identificación de la información esencial.

Siguiendo la metodología planteada, una vez ya tenemos nuestro problema definido como se explica en la introducción del presente estudio, se procede con la fase de medición, en la cual la recopilación de datos relevantes es indispensable para el correcto desarrollo de las siguientes fases. La actual fase es la medición, donde como ya se ha explicado se realizará la recopilación de estos datos, pero antes debemos definir cuáles son aquellos datos para el correcto uso de la herramienta propuesta la cual es el diagrama de recorrido, la cual se verá complementada por el flujo de actividades y la toma de tiempos.

Para realizar un diagrama de recorrido claro y efectivo de debe tomar únicamente la información esencial y alineada con el objetivo del mismo, a su vez dentro del presente estudio la información se complementará tomando como base un diagrama de flujo donde se mostraran más detalles de las actividades, de esta manera se complementará la visión la cual otorga el diagrama de recorrido junto con el detalle y la información desarrollada dentro del diagrama de flujo, dando una visión más clara y efectiva del proceso a optimizar.

Dentro de los diagramas la información la cual se considerará como fundamental será la siguiente:

Revisión de las ubicaciones físicas: Se debe tener en cuenta cuales son las limitaciones de cada espacio físico donde se desarrollan las actividades correspondientes al proceso estudiado, esto con el fin de lograr una mejor comprensión sobre los datos como tiempos y distancias de desplazamiento que se recopilaran a posterior.

Actividades: Este representa unos de los pasos centrales para el flujo de trabajo, se identificarán las actividades correspondientes al proceso objetivo de este estudio, es decir, el área de Aseguramiento de la calidad.

Registro de movimientos: Dentro del diagrama de recorrido se deberán registrar las rutas seguidas por los distintos elementos que componen el proceso, lo cual será fundamental para la posterior identificación de oportunidades de reducción de tiempos.

Tiempos: Recopilar los datos de la duración de las diferentes actividades, cualquier demora o retraso dentro del proceso será fundamental para analizar la eficiencia del proceso.

Elementos: Se debe tener claro a qué tipo de flujo nos estamos refiriendo, si es el flujo del personal o de materiales para desarrollo de los procesos, al tratarse del área de aseguramiento de la calidad, en su mayoría el flujo será de personal por tratarse de inspecciones.

Dependencias: Identificar cuáles son las relaciones entre las actividades, así determinar cuales están directamente condicionadas a que se cumpla una anterior.

Desafíos y riesgos: Se deberán tener en cuenta cuales pueden ser los posibles cuellos de botella y otras complicaciones que ocurran durante el desarrollo de las actividades estudiadas.

3.7. Recopilación de datos

La recopilación de los datos para el presente estudio se realizará siguiendo la estructura planteada dentro del apartado anterior. La misma constara con una vista a las instalaciones donde se realizan las actividades de los procesos desempeñados por el área de Aseguramiento de la calidad, a posterior se describirá el flujo de trabajo mediante flujogramas para tener una mejor comprensión de estas e identificar sus dependencias entre actividades, por último, se caracterizarán los flujos físicos que tendrán el personal al momento del desarrollo de las actividades.

Como punto de inicio de la recopilación de datos se tomará la caracterización de las ubicaciones físicas del lugar donde se desarrollan las actividades correspondientes a al proceso del área de aseguramiento de la calidad, estas actividades se desarrollan a través del área delimitada a continuación, la cual corresponde a la empresa Astinave EP.

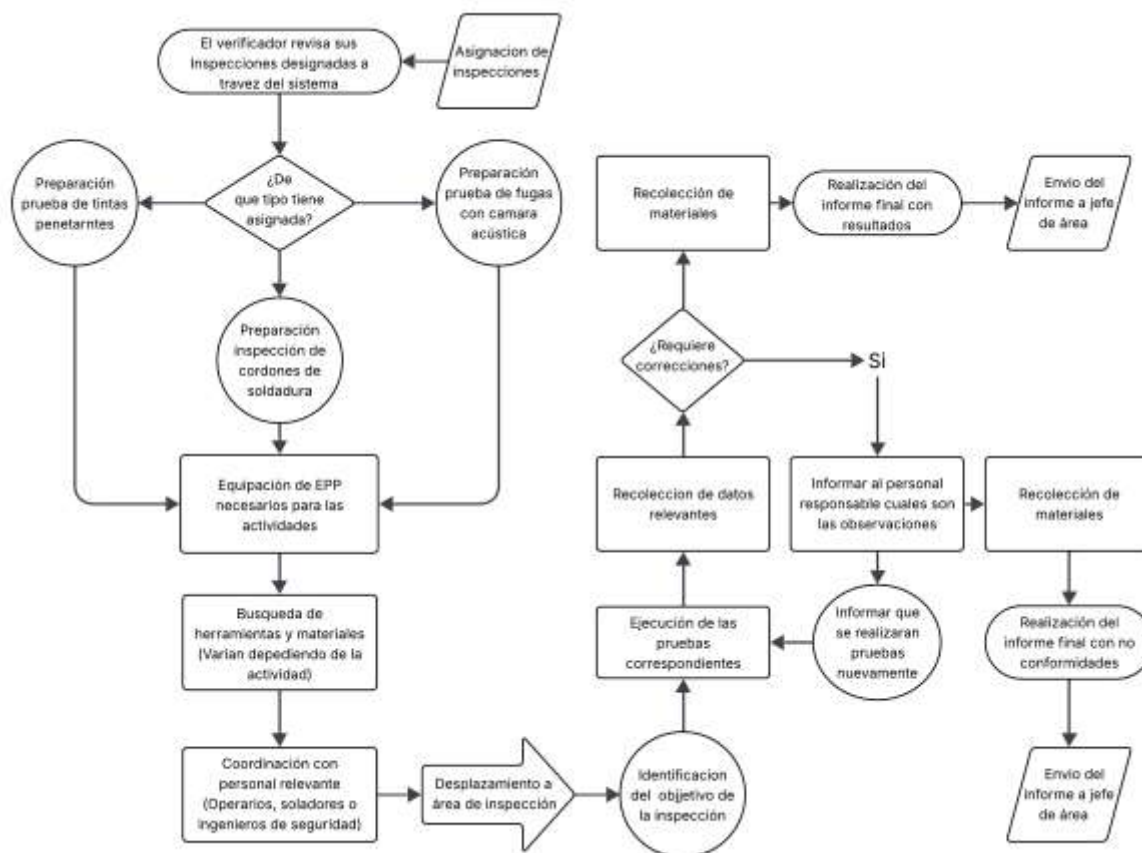
Figura 2: Mapa de Astinave EP – División de áreas



Nota: Vista satelital de las instalaciones donde se lleva a cabo el estudio, existe división de las distintas áreas donde se realizan las actividades. Fuente: Google Maps.

El siguiente paso de la recopilación de datos es encontrar las dependencias que existen entre las actividades realizadas dentro del proceso, para esto se usara un diagrama de flujo que nos muestre el algoritmo que siguen los verificadores de calidad al momento de realizar el proceso de calidad. Realizar este paso nos permitirá obtener un resumen fácil de entender y con el cual tendremos una hoja de ruta con la cual guiarnos al momento de caracterizar el flujo o recorrido del personal a través de las instalaciones, esto con el fin separar cuales son las actividades propias de los procesos y cuáles son las que son las que se dan en la realidad del mismo al momento de que los verificadores las realicen.

Figura 3: Diagrama de flujo de procesos general



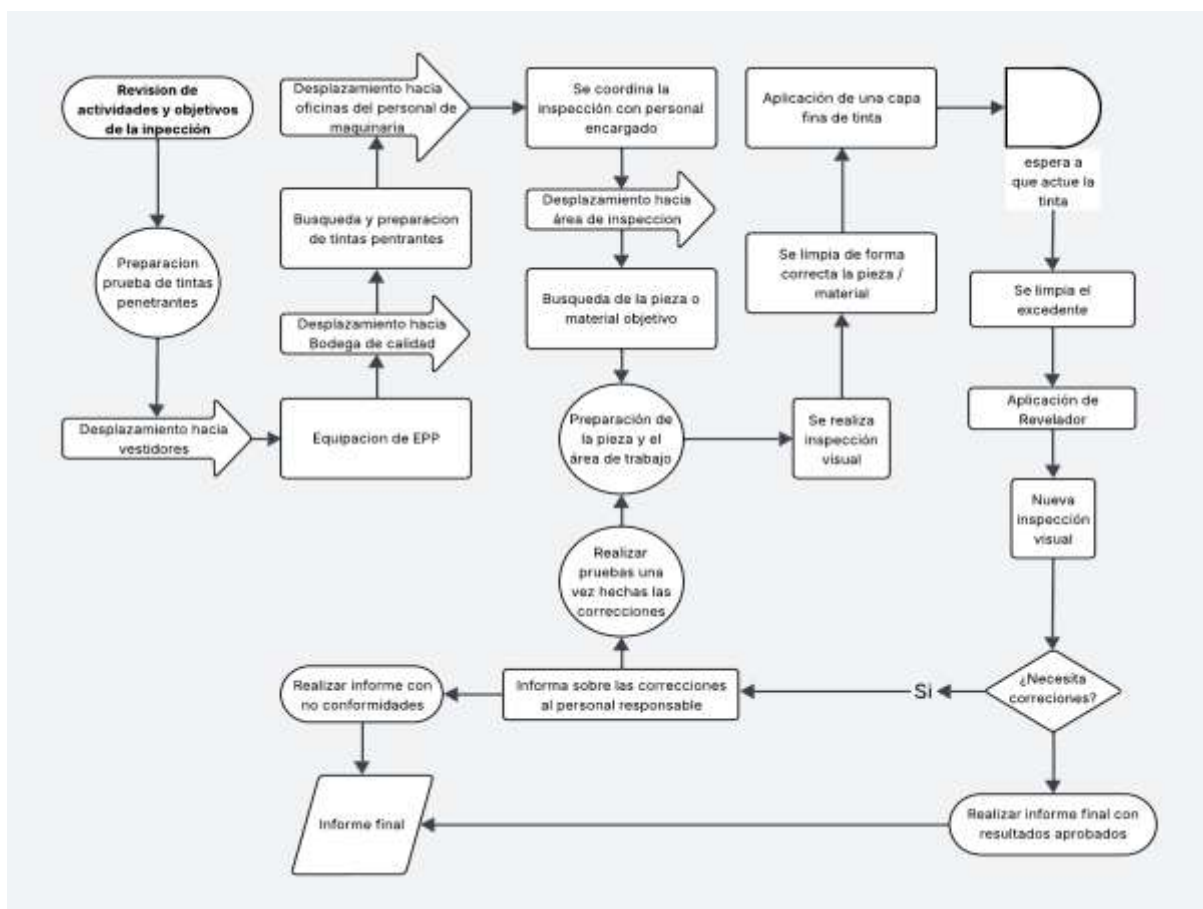
Nota: Flujo del proceso general para desarrollar cualquier proceso de verificación de calidad dentro del área de aseguramiento de la calidad. Fuente: Elaboración propia

A partir de la figura 3 la cual muestra el proceso general al momento de realizar cualquier proceso dentro del área, tenemos una visión general pero clara de cuáles son los procesos que lleva a cabo el área el cual es objeto del presente estudio, donde se aprecia cómo inicia el proceso para llevar a cabo las inspecciones de calidad y cada una de sus actividades antes de iniciar con las particularidades de cada uno. Dentro del mismo se observa cómo se da inicio al proceso mediante la revisión de las actividades asignadas por el jefe de área al verificador de calidad, esto mediante el sistema, donde el verificador observa qué pieza será objeto de la inspección y sus respectivas pruebas. A su vez como salida de este proceso tenemos el respectivo informe donde se detallan cuáles son los resultados de las pruebas realizadas.

A continuación, se mostrarán los procesos y sus actividades mediante diagramas de flujo que permitan revisar cómo se llevan a cabo las diferentes inspecciones y cuáles son las actividades que las integran. Se debe tener en cuenta que, los flujos de actividades presentados están relacionados al desarrollo estándar de cómo se deben realizar las inspecciones dentro del área de aseguramiento de la calidad.

3.8. Flujo de actividades de los procesos de inspección de calidad

Figura 4: Diagrama de flujo proceso Prueba de tintas penetrantes

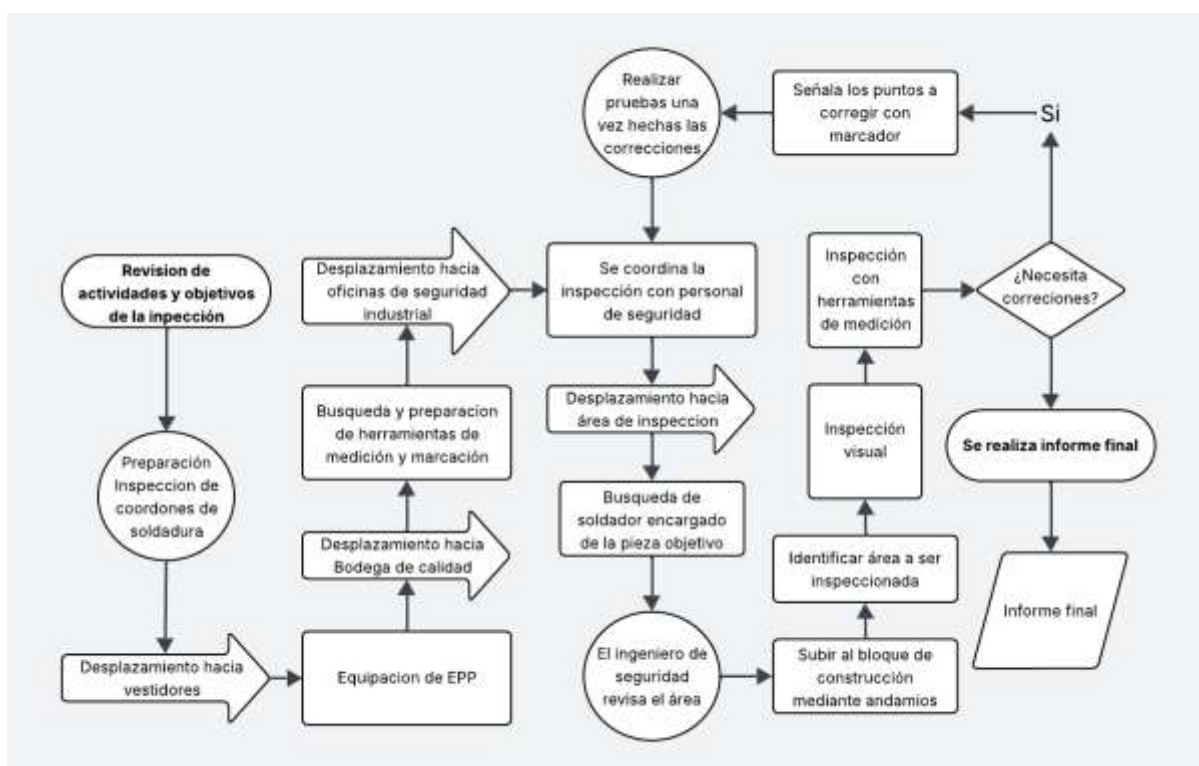


Nota: Se muestra el algoritmo del proceso de pruebas de tintas penetrantes referente a las actividades únicas del proceso. Fuente: Elaboración propia

Como todos los procesos realizados por el área este empieza a partir de la asignación realizada por el jefe de área. Este es un ensayo no destructivo (END) que se utiliza para encontrar discontinuidades superficiales en los materiales, las cuales pueden ser grietas, porosidades o solapamientos, este es de suma importancia ya que nos ayuda

a garantizar la integridad estructural de las embarcaciones (ASTM, 2000). Según la ASTM E165-95 la cual describe el procedimiento para desarrollar las pruebas con tintas penetrantes, el tiempo de penetración de este oscila entre los 5 y 15 minutos, por lo cual esta demora está relacionada directamente al cumplimiento de una norma, lo que genera una limitación al momento de realizar nuestro análisis de optimización.

Figura 5: Diagrama de flujo proceso Inspección a los cordones de soldadura

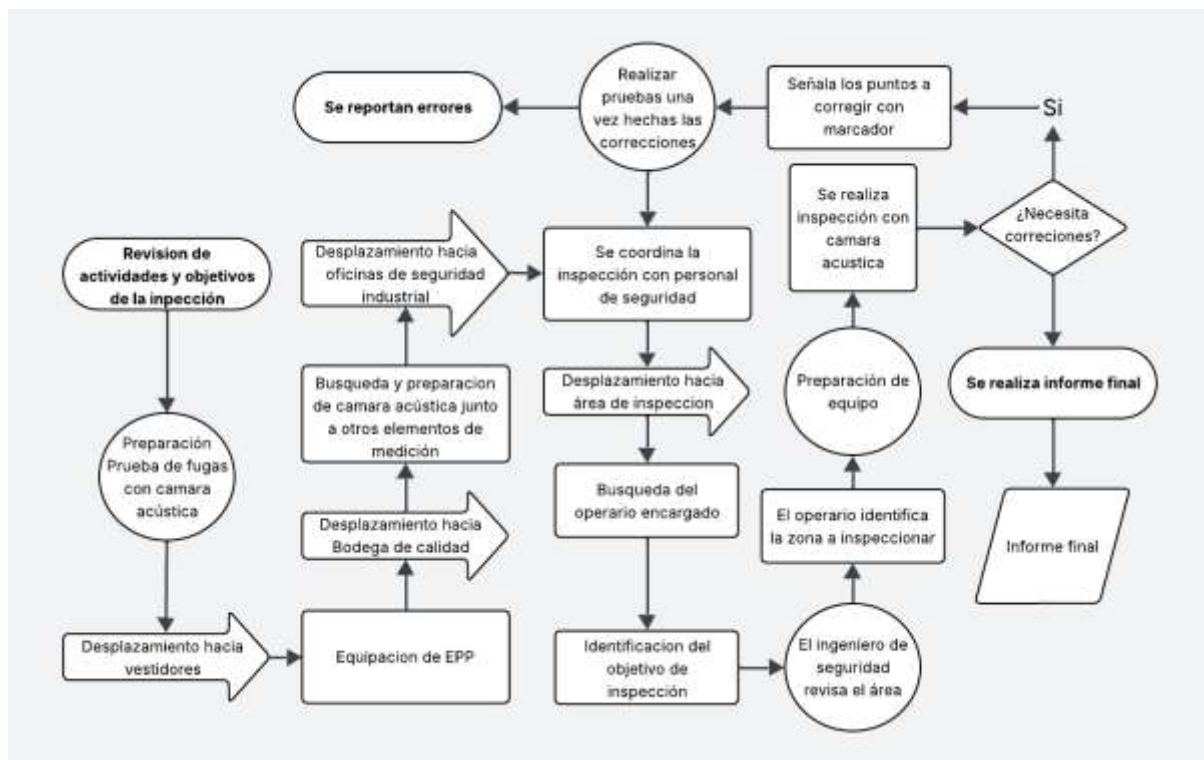


Nota: Algoritmo referente al proceso de inspección de cordones de soldadura y actividades propias del mismo. Fuente: Elaboración Propia

Este proceso de inspección se puede realizar de varias formas, como lo pueden ser tanto destructivos como no destructivos. La figura 5 muestra el diagrama de flujo de las actividades del proceso de inspección de cordones de soldadura, donde se observan los pasos generales que tomara el verificador para llevar a cabo el proceso, la cual se trata de una forma de inspección no destructiva donde se debe tener en cuenta que, las costuras producidas al unir dos piezas dentro de los barcos cumplan con los criterios de

calidad establecidos. Este proceso ayuda a la detección de defectos como grietas, las cuales pueden ocasionar fallas en el componente inspeccionado, la detección de estos defectos se basa en las normas como la DIN en ISO 5817 la cual nos explica tolerancias específicas de acuerdo al grupo de evaluación.

Figura 6: Diagrama de flujo proceso Prueba de fugas con cámara acústica



Nota: Algoritmo del proceso de prueba de fugas con cámara acústica y actividades propias del mismo. Fuente: Elaboración propia

A partir de la figura 6 identificamos el flujo de actividades que se debe seguir el proceso de prueba de fugas con cámara acústica, dentro de este se tiene como salida el informe final de la inspección realizada con énfasis técnico, la particularidad dentro de este es la preparación de equipo para su inspección. Este proceso de inspección es de vital importancia para lograr detectar fugas dentro de sistemas presurizados, como lo pueden ser tuberías, por lo cual es importante tener en cuenta que el tiempo del mismo se limita a la extensión en la cual se realiza la inspección y por lo tanto es una variable a

tener en cuenta. Usando micrófonos el dispositivo recrea una imagen donde se muestran las fugas, en caso de que las haya, captando el ruido producido por éstas.

IV. Capítulo IV: Diagnóstico del proceso actual

4.1. Descripción del proceso actual in situ

Actualmente, el proceso de inspección en el área de Aseguramiento de la Calidad de Astinave Empresa Pública se lleva a cabo mediante una serie de procedimientos presenciales que implican desplazamientos físicos extensos del verificador por diversas áreas del astillero. Las inspecciones se llevan a cabo en una secuencia predeterminada según el procedimiento adoptado y, por lo general, incluyen pruebas con tintas penetrantes, una revisión visual de los cordones de soldadura y la detección de fugas con cámara acústica.

El ciclo comienza en la oficina, donde el inspector recoge el plan de tareas y camina hasta los vestuarios para colocarse el equipo completo de protección. Luego se detiene en la bodega de calidad y selecciona los materiales y útiles que le indicaron para cada ensayo

Su siguiente paso es moverse por varias zonas del astillero talleres de piezas, sala de maquinaria, dique seco o grada de construcción hasta alcanzar el elemento que debe examinar.

En el lugar, limpia la superficie, aplica tinta o revelador, mide con los instrumentos elegidos y observa cada detalle. Marca los puntos críticos y dialoga directamente con el personal que fabricó el componente. Terminado el examen, regresa a los vestidores, se quita el equipo y vuelve a la oficina para redactar el informe técnico.

El examen detallado del procedimiento ha puesto de relieve varios factores que obstaculizan el flujo de trabajo: movimientos excesivos entre estaciones, paradas intermedias sin justificación, tiempos de espera prolongados y la falta de una disposición coherente de los puntos críticos a lo largo de la secuencia. Tales circunstancias producen retrasos operativos y un gasto innecesario de esfuerzo físico y logístico que, a su vez,

impacta de forma directa en la productividad del área de aseguramiento de calidad. Por ello, se vuelve necesario aplicar herramientas de análisis de recorrido que permitan visualizar y proponer mejoras en la organización espacial y secuencial de las actividades del inspector.

4.2. Análisis de datos recopilados de acuerdo a la observación de los procesos dentro del área de aseguramiento de calidad

Con el objetivo de analizar de forma detallada el flujo de trabajo en el área de aseguramiento de la calidad de Astinave Empresa Pública, se realizó una observación directa de tres operaciones representativas. Las tareas que se describen a continuación forman parte de la rutina diaria del astillero e implican movimientos constantes entre diferentes áreas, comunicación directa con el personal que opera el equipo y la aplicación de metodologías de inspección específicas sobre estructuras navales.

La primera actividad que se analizó fue la prueba de tintas penetrantes, un procedimiento no destructivo empleado para detectar fallas que se encuentran solamente en la superficie de piezas metálicas. Este ensayo se realiza mayormente en los talleres de máquinas y componentes, y sigue una secuencia ordenada que incluye limpieza, aplicación de la tinta, un tiempo de espera, limpieza secundaria, aplicación del revelador y finalmente una evaluación visual. A lo largo de esta operación el inspector transita entre la oficina, los vestidores, la bodega de calidad y los puntos de inspección, contabilizando un total de veintiséis movimientos documentados.

La segunda actividad consiste en la inspección visual de los cordones de soldadura a medida que se montan sobre las grandes estructuras que todavía están en la grada. En esta fase el inspector recurre a herramientas de medida como el Bridge Cam y necesita la colaboración inmediata de un soldador para acceder a algunas pozas difíciles. Durante la revisión, se registran defectos, se marcan las áreas que deben corregirse y luego se retorna para una nueva validación, desplazándose de nuevo por vestidores, bodega, las oficinas de seguridad y todo el perímetro del astillero.

La tercera tarea observada fue la prueba de fugas mediante cámara acústica, procedimiento que se aplica a lo largo de las líneas de tubería del buque.

Durante la inspección el verificador sigue a un operario que lo lleva al punto inicial de la recopilación de datos. El análisis avanza en etapas y combina burbujeo con espuma y escaneo acústico. Por ser el examen más exhaustivo, la ruta abarca el dique seco, el cuarto de máquinas, los pasillos y la red interna, convirtiéndola en la actividad de mayor duración de las tres revisadas.

En los tres recorridos aparecieron trechos largos, tiempos de espera, numerosos desplazamientos repetidos y la ausencia de un flujo uniforme. Se documentó todo con diagramas de flujo y de recorrido, herramientas que facilitaron un mapa claro de cada tarea y brindaron una base objetiva para plantear mejoras en la eficiencia operativa del área de calidad.

4.2.1. Datos operación 1: Prueba de tintas penetrantes

Tabla 2: Diagrama de flujo para prueba de tintas penetrantes

DIAGRAMA DE FLUJO									
DIAGRAMA No: 1									
Operación: Prueba de tintas penetrantes									
Lugar: Taller de maquinas									
Inspector asignado									
No.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO							TIEMPO REAL	OBSERVACIONES
1	El verificador se encuentra en su oficina	x						4,39	El verificador revisa en su computadora las actividades que tiene que realizar en el día.
2	El verificador se levanta y se dirige al area de vestidores del personal			x				0,15	
3	El verificador llega al area de vestidores del personal						x	0,06	
4	Puesta de oboles de trabajo y EPP en los vestidores	x						5,45	El verificador se pode un oberol de proteccion para evitar ensuciarse

5	El verificador sale del area de vestidores del personal						X	0,07	
6	El verificador cruza el area de oficina del personal, para dirigirse al area de bodega del personal			X				0,1	
7	El verificador llega al area de bodega de calidad						X	0,05	
8	El verificador busca las tintas que necesita	X						2,13	Las tintas no tienen un lugar específico en la bodega
9	El verificador encuentra y toma las tintas penetrantes que estan en bodega	X						0,15	
10	El verificador sale del area de bodega de calidad						X	0,06	
11	El verificador se dirige al area de oficina del personal			X				0,11	
12	Distraccion.		X					1,45	El verificador se puso a conersar
13	El verificador sale de las oficinas del area de calidad						X	0,07	
14	El verificador hace su recorrido por el patio y zonas seguras para llegar al taller de maquinas.			X				1,5	
15	El verificador llega al area de talleres de piezas						X	0,06	
16	El verificador cruza el area de talleres de piezas.			X				0,25	
17	El verificador llega al area de talleres de maquinarias						X	0,06	
18	El verificador sube a un segundo piso			X				0,12	En el segundo piso se encuentran el area de ofical del personal.
19	Ir a la oficina del personal de maquinaria			X				0,28	
20	El verificador busca al operario que esta encargado de esa pieza	X						2,19	
21	El verificador habla con el operario	X						6,43	
22	El verificador y el operario salen de la oficina						X	0,07	El verificador debe ir con un operario para que le guia donde esta la pieza a revisar
23	El verificador y el operario bajan al primer piso			X				0,14	
24	El verificador va con el operario hacia el material a ser revisado			X				3,54	
25	El verificador y el operario llegan hacia la pieza a ser revisada.						X	0,45	

26	El verificador se acomoda bien con la pieza	X						2,32	El verificador busca una postura conveniente, ya que la pieza se encuentra en el suelo y tiene que agacharse.
27	El verificador hace una inspeccion visual					X		2,48	Realiza una inspeccion visual rapida a la pieza a ser revisada
28	El verificador inicia con la limpieza de la pieza a revisar	X						2,52	Se deberá limpiar perfectamente la superficie para que esté libre de cualquier contaminante como grasa o pintura
29	El verificador agarra la primera tinta penetrante	X						0,36	El verificador agarra la primera tinta penetrante y la agita, para que el liquido salga mas facil
30	Aplicacion de la tintapenetrante	X						5	El verificador aplica una capa fina y uniforme de tinta sobre la pieza a realizar
31	Tiempo de espera para que la tinta penetre en la pieza		X					6,38	El verificador espera a que la tinta alla entrado en las discontinuidades y este completamente seca
32	El inspector toma un trapo de limpieza	X						0,09	
33	Eliminacion de exceso de penetrante (se vuelve a hacer una limpieza a la pieza)	X						4,37	En esta fase procederemos a retirar la capa superficial del líquido penetrante. De modo que únicamente quede el almacenado en las discontinuidades.
34	El verificador aplica del revelador	X						5,12	El revelador es de color blanco, el cual ayuda a hacer contraste entre la superficie y la indicación de las discontinuidades
35	El verificador espera a que el revelador se seque		X					6,13	
36	El verificador realiza una inspeccion visual.					X		6,18	El verificador inspecciona la pieza para detectar discontinuidades
37	El verificador señala los puntos a corregir con marcador.	X						0,36	El verificador señala los defectos encontrados
38	El verificador recoge todo el material utilizado.	X						0,49	El verificador recoge todas sus tintas y trapos utilizados (deja limpio el lugar)
39	El verificador habla con el operador.	X						4,29	El verificador habla con el operador explicandole los defectos encontrados y le pide que haga las debidas correcciones para despues hacer una nueva inspeccion a la pieza.
40	El verificador se dirige hacia la salida del area de talleres de maquinarias			X				0,38	
41	El verificador se dirige hacia la salida del area de talleres de piezas			X				0,29	
42	El verificador sale del area de talleres			X				0,12	
43	El verificador hace su recorrido por el patio y zonas seguras para llegar al area de oficinas			X				1,32	

44	El verificador cruza el area de oficina del personal			X				0,12	
45	El verificador llega al area de bodega de calidad						X	0,05	
46	El verificador deja las tintas encima de un mezon	X						0,3	
47	El verificador sale del area de bodega de calidad						X	0,05	
48	El verificador cruza el area de oficina del personal			X				0,07	
49	El verificador llega al area de vestidores del personal						X	0,05	
50	Ritiro de oberoles de trabajo y EPP	X						5,34	El verificador se retiva el traje sucio y se cambia por uno limpio
51	El verificador sale del area de vestidores del personal						X	0,06	
52	Ir a las ofical del area de calidad			X				0,05	
53	El verificador se ubica en su debido escritorio.	X						0,09	
54	El verificador realiza el respectivo informe	x						22	El verificador realiza el respectivo informe sobre las anomalias detectadas en la pieza.
Minutos 105,75									

Nota: Toma de tiempos de las actividades realizadas dentro del proceso de prueba de tintas penetrantes. Fuente: Elaboración propia

La inspección completa comprende 54 actividades y consume aproximadamente 1 horas y 46 minutos (106 minutos), lo que representa el 22,13% de una jornada laboral de 8 horas, dejando tiempo ocioso o margen para otras tareas no planificadas. Como se explicó en la figura 4, dentro del proceso existe una limitante de entre 5 y 15 minutos de espera la cual no se puede reducir por debajo de los 5 min, con el fin de cumplir con las normas internacionales.

Tabla 3: Distribución del tiempo de la prueba de tintas penetrantes (agrupado por tipo de actividad)

Tipo de actividad	Nº pasos	Tiempo estimado (min)	Comentarios clave
Preparación personal y recolección de materiales	1–10, 45–51	20 min	Incluye cambios de ropa y recogida de insumos

Desplazamientos entre áreas	2-7, 11-14, 40-44, 48-52	13 min	Múltiples rutas repetitivas y prolongadas
Búsqueda / coordinación con operario	18-24	16 min	Dependencia de operarios no sincronizados
Inspección técnica (aplicación, secado, análisis)	26-36	59 min	Es el bloque central: limpieza, tinta, espera y revisión visual
Comunicación / cierre / informe	37-54	57 min	Informe toma el 13% del tiempo total

Nota: Se muestra la distribución de tiempos dividiendo las actividades de acuerdo a su tipo y teniendo en cuenta actividades de cierre del proceso. Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Puntos críticos detectados dentro del proceso de prueba de tintas penetrantes

Actividad	Problema identificado	Impacto	Recomendación
12	Distracción (conversación informal)	Tiempo muerto no productivo (1.45 min)	Supervisión directa o trazabilidad digital del flujo
8	Búsqueda de tintas sin lugar fijo	Aumenta tiempo de alistamiento	Asignar estantería exclusiva o usar carro móvil
21	Conversación larga con el operario	6.43 minutos	Estandarizar comunicación técnica por checklist
31 y 35	Espera pasiva (secado)	12 minutos sin tareas paralelas	Digitalizar parte del informe durante ese tiempo
54	Informe manual en escritorio	22 minutos	Formularios digitales con entrada en sitio

Nota: Detección de puntos de oportunidades de mejora dentro del proceso. Fuente: Elaboración propia

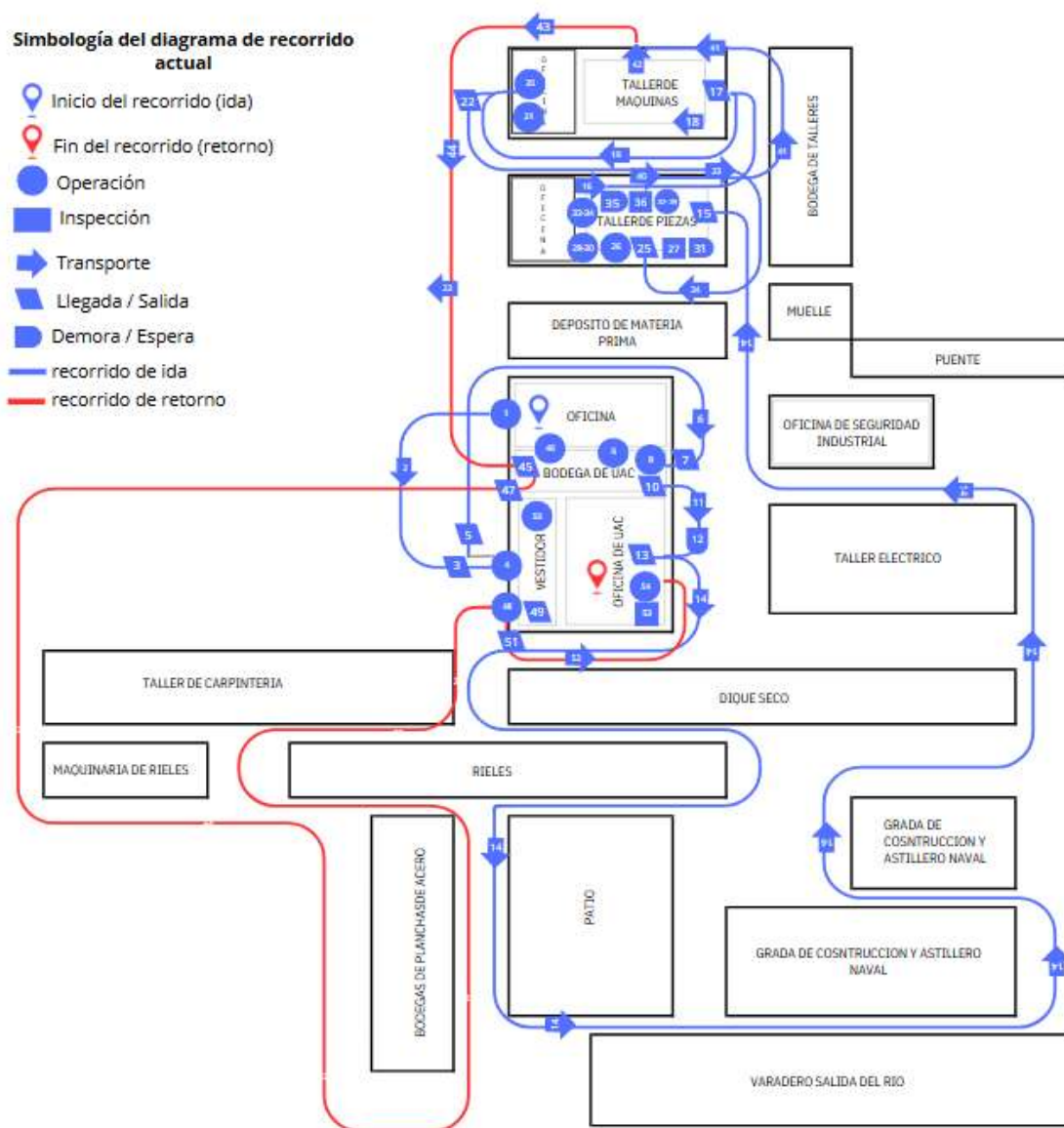
Tabla 5: Identificación de oportunidades de mejora dentro del proceso de prueba de tintas penetrantes

Categoría	Mejora propuesta	Beneficio esperado
Layout / logística	Reducción de recorridos mediante redistribución de equipos e insumos	Menos tiempo en tránsito
Equipamiento	Carro de inspección móvil (EPP, tintas, trapos, marcadores)	Elimina regresos a bodega
Gestión del tiempo	Reducción de tiempos muertos (distracción, esperas sin actividad)	Optimización de jornada
Tecnología	Uso de formularios digitales o apps móviles	Disminuye tiempo de documentación

Nota: Propuesta general para la mejora del presente proceso. Fuente: Elaboración propia

El proceso actual, aunque estructurado, presenta ineficiencias logísticas y de gestión del tiempo que pueden reducirse con acciones simples como reorganización física, mejor coordinación con operarios y digitalización parcial del flujo de inspección. Actualmente, más del 30% del tiempo operativo no agrega valor directo al proceso técnico, y al menos un 15% podría recuperarse sin afectar la calidad, mejorando la productividad del personal de aseguramiento.

Figura 7: Diagrama de recorrido actual del proceso de prueba de tintas penetrantes



Nota: Muestra el recorrido de acuerdo al proceso mencionado. Fuente: Elaboración propia

El gráfico adjunto muestra el trayecto real realizado por el verificador de calidad durante las pruebas de tintas penetrantes en Astinave EP. En la imagen se aprecian numerosos desplazamientos entre zonas alejadas del astillero: vestuarios, bodega de calidad, talleres de piezas y máquinas. Los trayectos de ida y vuelta se identifican con líneas azules y rojas, dando cuenta de la falta de continuidad. La organización actual, evidentemente descentralizada, sitúa los recursos y la logística en puntos distantes, lo que obliga al verificador a cruzar repetidamente el área industrial para completar la inspección. En total, se cuentan más de cincuenta actividades en orden secuencial, bastantes de ellas dedicadas a moverse, buscar materiales y coordinar personalmente.

La revisión del recorrido indica que un porcentaje importante del tiempo del verificador de calidad no se invierte en la tarea técnica de realizar la prueba de tintas penetrantes, sino en actividades auxiliares: regresar a los vestuarios, recoger elementos dispersos y redactar el informe en una oficina alejada. Esto se traduce en pérdidas de eficiencia, aumento de tiempos muertos y desgaste operativo. Además, la dispersión de puntos críticos dentro del plano refleja una falta de alineación entre el flujo físico de la inspección y la distribución de las instalaciones. Por tanto, este gráfico respalda visualmente la necesidad de implementar una propuesta de optimización basada en la reducción de desplazamientos, la centralización de recursos y la digitalización del registro de datos, con el objetivo de disminuir la duración total del proceso sin comprometer la calidad de la evaluación.

4.2.2. Datos operación 2: Inspección visual a los cordones de soldadura

Tabla 6: Diagrama de flujo para inspección visual a los cordones de soldadura

DIAGRAMA DE FLUJO									
DIAGRAMA No: 1									
Operación: Inspección visual a los cordones de soldadura									
Lugar: Taller de maquinas									
Operario: Jose Cedeno									
No.	DESCRIPCION DEL TRABAJO							TIEMPO REAL	OBSERVACIONES
1	El verificador se encuentra en su oficina	X						4,28	El verificador revisa en su computadora las actividades que tiene que realizar en el día.
2	El verificador se levanta y se dirige al area de vestidores del personal			X				0,14	
3	El verificador llega al area de vestidores del personal						X	0,05	
4	Puesta de oboles de trabajo y EPP en los vestidores	X						6	El verificador se pone un obole de proteccion para evitar ensuciarse
5	El verificador sale del area de vestidores del personal						X	0,05	
6	El verificador cruza el area de oficina del personal, para dirigirse al area de bodega del personal			X				0,1	
7	El verificador llega al area de bodega de calidad						X	0,04	
8	El verificador busca las herramientas de medicion que necesita y marcacion.		X					3	La herramienta es pequeña y no tienen un lugar especifico en la bodega
9	El verificador encuentra y toma las herramientas de medicion y marcacion.		X					0,12	
10	El verificador sale del area de bodega de calidad						X	0,06	
11	El verificador se dirige al area de oficina del personal			X				0,11	
13	El verificador sale de las oficinas del area de calidad						X	0,07	
14	El verificador hace su recorrido por el patio y zonas seguras para llegar a las oficinas de seguridad industrial.			X				2	
15	El inspector llega al edificio donde se encuentran las oficinas de Seguridad industrial						X	0,03	
16	El verificador sube al segundo piso donde se encuentran las oficinas de seguridad industrial.			X				0,12	
17	El verificador entra a la oficina de seguridad industrial.	X						0,06	
18	El verificador habla con un ingeniero de seguridad industrial.	X						7,12	El verificador pregunta si algun miembro de seguridad esta disponible.

19	El verificador y el de seguridad salen de la oficina y del edificio			X				0,16	
20	El verificador junto con el de seguridad se dirigen a la Grada de construccion de barcos			X				3,35	Los de seguridad siempre deben de estar atentos cuando se hagan actividades en el area de construccion.
21	El verificador junto con el de seguridad llegan a la Grada de construccion de barcos.	X						0,06	
22	El verificador busca al soldador			X				2,28	
23	El verificador habla con el soldador	X						4,09	El verificador quiere que el soldador lo guie para que le indique cuales fueron los cordones de soldadura que el realizo
24	El verificador, el soldador y el de seguridad se dirigen al bloque de construccion			X				0,56	El soldador guia a los ingenieros al area a ser revisada
25	El verificador le dice al de seguridad que haga una revision del area.		X					4,59	El de seguridad revisa que los andamios se encuentren en buen estado he informa al verificador de los posibles riesgos encontrados en la zona para que tenga precaucion.
26	El verificador y el soldador suben al bloque del barco en construccion mediante andamios.	X						1,03	El de seguridad industrial se queda abajo supervisando de que sea un area segura
27	El verificador y el soldador se dirigen al area a ser revisada.			X				0,48	
28	El verificador y el soldador llegan a la area a ser revisada.						X	0,04	
29	El verificador inicia la revision de los cordones de soldadura					X		7,28	El inspector primero realiza una inspeccion visual a los cordones de soldadura y despues con sus respectivas herramientas realiza tomas de mediciones a los cordones de soldadura.
30	El verificador señala los puntos a corregir con marcador	X						1,36	Se hacen marcas en los cordones de soldadura con el marcador señalando las imperfecciones.
31	El verificador habla con el soldador	X						4,53	El verificador habla con el soldador explicandole los defectos encontrados en los cordones de soldadura y le pide que haga las debidas correcciones para despues hacer una nueva inspeccion.
32	El verificador y el soldador salen del area revisada			X				0,04	
33	El verificador y el soldador bajan del bloque mediante andamios			X				1,11	El soldador y el verificador bajan del buque por andamios, mientras tanto el ingeniero de seguridad supervisa que no ocurran accidentes.
34	El verificador y el ingeniero de seguridad salen del area de Gradas de construccion.			X				0,07	El verificador inspecciona la pieza para detectar discontinuidades

35	El verificador hace su recorrido por el patio y zonas seguras para llegar al área de oficinas de calidad.			X				2,39	El verificador el verificador y el de calidad se separan y cada uno se dirigen a su lugar correspondiente.
36	El verificador cruza el área de oficina del personal			X				0,1	El verificador realiza el respectivo informe sobre las anomalías detectadas en la pieza
37	El verificador llega al área de bodega de calidad						X	0,05	
38	El verificador deja las herramientas de medición dentro de unos gabinetes.	X						0,35	
39	El verificador sale del área de bodega de calidad						X	0,06	
40	El verificador cruza el área de oficina del personal			X				0,07	
41	El verificador llega al área de vestidores del personal						X	0,04	
42	El verificador se retira el overol de trabajo y EPP	X						5,41	El verificador se cambia de ropa ya que lugar donde hizo la inspección es bastante sucio.
43	El verificador sale del área de vestidores del personal						X	0,04	
44	Ir a las oficina del área de calidad			X				0,05	
45	El verificador se ubica en su debido escritorio.	X						0,1	
46	El verificador realiza el respectivo informe	X						23	El verificador realiza el respectivo informe sobre las anomalías detectadas en los cordones de soldadura.
Minutos 86,04									

Nota: Toma de tiempos de las actividades realizadas dentro del proceso de inspección de cordones de soldadura. Fuente: Elaboración propia

El proceso completo comprende 46 actividades con un tiempo total aproximado de 86 minutos (1 hora y 26 minutos), sin incluir posibles demoras no registradas como espera de herramientas, disponibilidad de personal o clima.

Tabla 7: Distribución del tiempo de la inspección visual a los cordones de soldadura (agrupado por tipo de actividad)

Categoría de actividad	Pasos involucrados	Tiempo total (min)	Comentario principal
Preparación personal + recolección de equipo	1–10	13,9	Incluye cambio de ropa, ida a bodega, búsqueda
Coordinación con seguridad y soldador	11–24	25,8	Contactos previos, recorridos, accesos
Inspección técnica (cordones de soldadura)	25–31	19,8	Incluye revisión, marcación, charla técnica

Retorno + entrega de materiales	32–41	10,3	Bajada, bodega, cambio de ropa
Redacción de informe	45–46	23,1	Actividad final, actualmente 23 minutos
Otros (distracciones no registradas)	—	—	No se indican, pero podrían existir

Nota: Distribución de tiempos de acuerdo al tipo de actividad. Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Puntos críticos detectados dentro del proceso de inspección visual a los cordones de soldadura

Actividad	Descripción	Tiempo (min)	Observación clave
8	Búsqueda de herramientas sin ubicación fija	3	Puede ser evitado con almacenamiento asignado
18	Espera por disponibilidad de seguridad industrial	7,12	No hay agenda o aviso previo
23	Diálogo extenso con soldador	4,09	Comunicación técnica sin estructura
25	Revisión del área por seguridad	4,59	No planificada, debió hacerse antes
46	Elaboración manual de informe	23	Representa el 23% del total del tiempo del proceso

Nota: Detección de posibles oportunidades de mejora para el proceso presentado. Fuente: Elaboración propia

Tabla 9: Identificación de oportunidades de mejora dentro del proceso de inspección visual a los cordones de soldadura

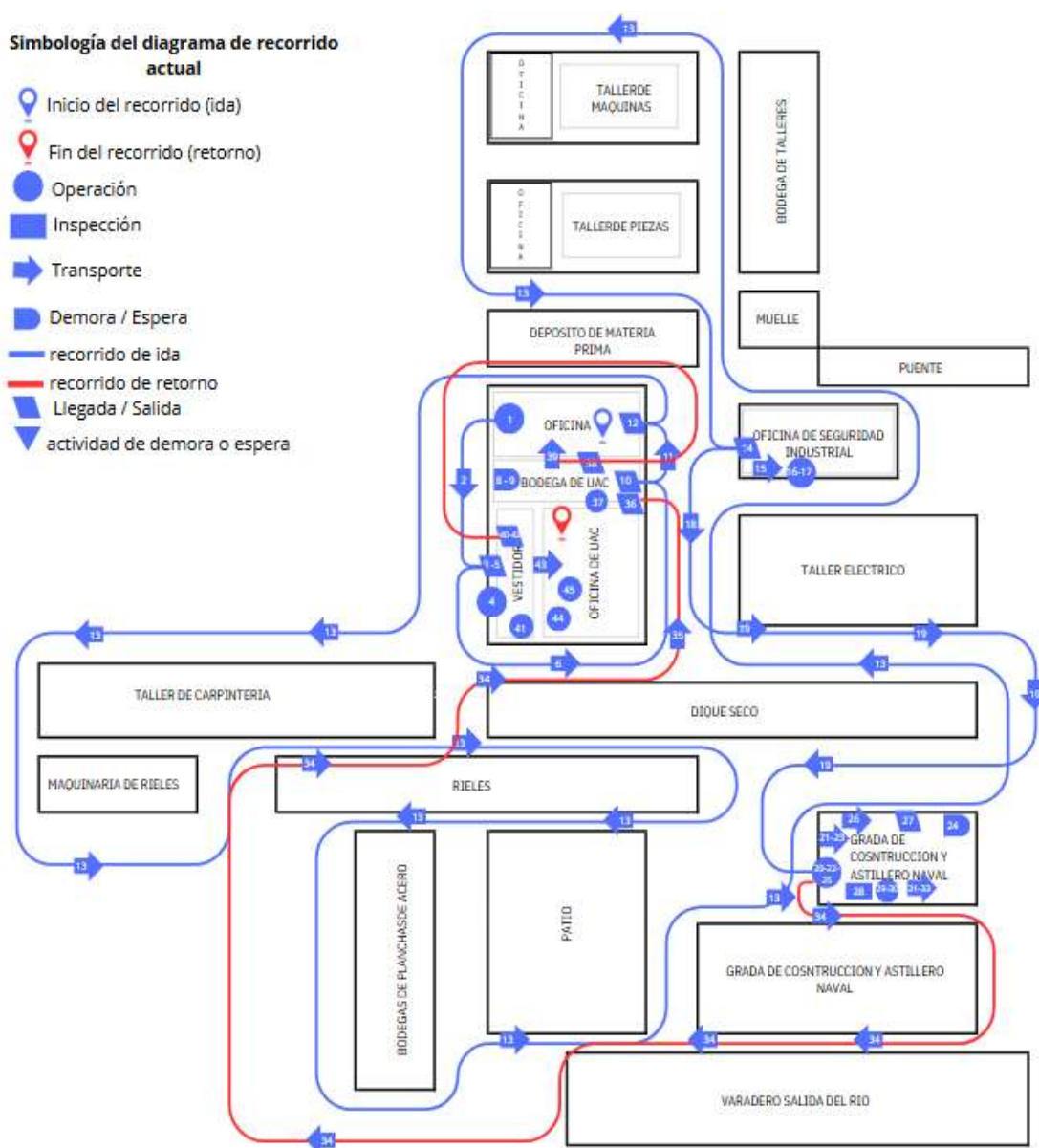
Área	Mejora específica	Resultado esperado
Logística de equipo	Asignar gabinete exclusivo y visible para herramientas de medición	Reducción de tiempo en paso 8
Coordinación	Solicitud previa de acompañamiento por app o formulario digital	Reducción en paso 18 y paso 25
Comunicación	Usar checklist digital en vez de diálogo libre con soldador	Paso 23 y 31 se reducen
Informe técnico	Digitalizar y estandarizar el informe mediante tablet o software	Disminución del paso 46 a la mitad

Nota: Se colocan posibles mejoras dentro del proceso mencionado. Fuente: Elaboración propia

El examen visual de los cordones de soldadura puede dividirse en sub etapas, cada una influida por factores ajenos a la destreza del inspector. Condiciones de seguridad industrial, el desplazamiento o la espera mientras se localizan herramientas, e incluso el tiempo que tarda el soldador en responder a una pregunta impactan en la

duración global de la tarea. Añadido a lo anterior, redactar el informe final absorbe más de una quinta parte del tiempo invertido. Si los procedimientos se estandarizan, los formularios se digitalizan y se establece una coordinación previa, es posible reducir el ciclo completo en aproximadamente un veinticinco por ciento, sin sacrificar la calidad de la inspección o la seguridad operacional.

Figura 8: Diagrama de recorrido actual proceso de inspección visual a los cordones de soldadura



Nota: Muestra el recorrido correspondiente al proceso de inspección visual de cordones de soldadura, y su respectivo retorno. Fuente: Elaboración propia

El procedimiento para realizar la tarea de inspección visual de los cordones de soldadura sigue una serie de pasos metódicamente ordenados que dependen tanto de los desplazamientos del propio inspector como de la colaboración del personal operativo y del área de seguridad industrial. A lo largo de las 45 etapas que componen el proceso, el inspector debe trasladarse entre distintos sectores de la planta –desde oficinas y vestuarios hasta las gradas de construcción naval–, un recorrido que, sin duda, extiende de manera significativa el tiempo total de la actividad, el cual se estima en 86,04 minutos.

Las etapas más críticas en duración incluyen la inspección técnica (7,28 min), la coordinación con el soldador (4,53 min), la retroalimentación (4,59 min), y el informe final (23 min), sumando más del 45% del tiempo total del proceso.

Se observa que parte del tiempo está asociado a traslados repetitivos y actividades que podrían digitalizarse o centralizarse. Las oportunidades de mejora giran en torno a: reducir tiempos muertos (como en la búsqueda de herramientas), optimizar la entrega del informe con tecnología móvil, y consolidar materiales en un kit de inspección móvil. Implementar estas acciones permitiría reducir tiempos logísticos, incrementar la trazabilidad, y disminuir errores humanos, mejorando la eficiencia general de la inspección. El diagrama de recorrido muestra claramente la complejidad del flujo y la necesidad de replantear algunas rutas para evitar desplazamientos innecesarios.

4.2.3. Datos operación 3: Prueba de fugas con cámara acústica

Tabla 10: Diagrama de flujo para prueba de fugas con cámara acústica

DIAGRAMA DE FLUJO								
DIAGRAMA No: 1								
Operación: Prueba de fugas con camara acu								
Lugar: Taller de maquinas								
No.	DESCRIPCION DEL TRABAJO						TIEMPO REAL	OBSERVACIONES
1	El verificador se encuentra en su oficina	x					4,32	El verificador revisa en su computadora las actividades que tiene que realizar en el día.
2	El verificador se levanta y se dirige al area de vestidores del personal			x			0,13	
3	El verificador llega al area de vestidores del personal					x	0,05	
4	Puesta de oberoles de trabajo y EPP en los vestidores	x					6	El verificador se pone un oberol de proteccion para evitar ensuciarse
5	El verificador sale del area de vestidores del personal					x	0,06	
6	El verificador cruza el area de oficina del personal, para dirigirse al area de bodega del personal			x			0,11	
7	El verificador llega al area de bodega de calidad					x	0,6	
8	El verificador busca camara acustica en la bodega de calidad.		x				3,08	La camara acustica no tienen un lugar especifico en la bodega, pero por lo general se ponen en lugares altos.
9	El verificador encuentra y toma los instrumentos de medicion que estan en bodega	x					0,13	
10	El verificador sale del area de bodega de calidad					x	0,05	
11	El verificador se dirige al area de oficina del personal			x			0,1	
12	El verificador sale de las oficinas del area de calidad					x	0,07	
13	El verificador hace su recorrido por el patio y zonas seguras para llegar a las oficinas de seguridad industrial.			x			2	
14	El verificador llega al edificio donde se encuentran las oficinas de Seguridad industrial	x					0,03	
15	El verificador sube al segundo piso donde se encuentran las oficinas de seguridad industrial.			x			0,12	

16	El verificador entra a la oficina de seguridad industrial.						X	0,06	
17	El verificador habla con un ingeniero de seguridad industrial.	X						7,12	El verificador pregunta si algun miembro de seguridad esta disponible.
18	El verificador y el de seguridad salen de la oficina y del edificio						X	0,19	
19	El verificador junto con el de seguridad se dirigen al area de Dique seco.			X				2,35	Los de seguridad siempre deben de estar atentos cuando se hagan actividades en el area de Dique seco.
20	El verificador junto con el de seguridad llegan al Dique seco.						X	0,06	
21	El verificador busca al operario que esta encargado del barco.		X					2,28	
22	El verificador, el operario y el de seguridad se dirigen al barco que tiene que ser inspeccionado.			X				0,56	El operario guia a los ingenieros al barco que tiene que ser revisado.
23	El verificador le dice al de seguridad que haga una revision del area.		X					4,3	El de seguridad revisa el area e informa al verificador de los posibles riesgos encontrados en la zona para que tenga precaucion.
24	El verificador y el operario se colocan en la parte inferior del barco	X						1,03	En la parte inferior del barco se encuentran las tuberias de enfriamiento.
25	El operario le señala al verificador las tuberias que tienen que ser revisadas.			X				0,48	
26	El verificador inicia la primera revision de las tuberias de enfriamiento.					X		7,28	El verificador primero realiza una prueba de espuma lo largo de toda a tuberia, para ver donde hay fugas.
27	El verificador señala los puntos a corregir con marcador	X						1,36	Se hacen marcas en la tuberias con el marcador señalando las imperfecciones.
28	El verificador inicia la segunda revision de las tuberias de enfriamiento.	X						8,15	El verificador utiliza la camara acustica, para ver con mas presicion donde hay fugas.
29	El verificador señala los puntos a corregir con marcador	X						2,45	Se hacen marcas en las tuberias con el marcador señalando las imperfecciones.
30	El verificador y el operario salen del area revisada						X	0,04	
31	El verificador habla con el operario encargado del barco.	X						4,53	El verificador habla con el operario explicandole los defectos encontrados en las tuberias y le pide que haga las debidas correcciones para despues hacer una nueva inspeccion.
32	El verificador y el ingeniero de seguridad salen del area de Dique seco de construccion.						X	0,07	
33	El verificador hace su recorrido por el patio y zonas seguras para llegar al area de oficinas de calidad.			X				2,39	El verificador y el de seguridad se separan y cada uno se dirigen a su lugar correspondiente.

34	El verificador cruza el area de oficina del personal			X				0,09	El verificador realiza el respectivo informe sobre las anomalías detectadas en la pieza
35	El verificador llega al area de bodega de calidad						X	0,05	
36	El verificador deja las herramientas de medicion dentro de unos gabinetes.	X						0,38	
37	El verificador sale del area de bodega de calidad						X	0,06	
38	El verificador cruza el area de oficina del personal			X				0,06	
39	El verificador llega al area de vestidores del personal						X	0,04	
40	El verificador se retira el oberol de trabajo y EPP	X						6,11	El verificador se cambia de ropa ya que lugar donde hizo la inspeccion es bastante sucio.
41	El verificador sale del area de vestidores del personal			X				0,04	
42	Ir a las oficinal del area de calidad			X				0,5	
43	El verificador se ubica en su debido escritorio.	X						0,1	
44	El verificador realiza el respectivo informe	x						25	El verificador realiza el respectivo informe sobre las anomalías detectadas en los cordones de soldadura.
Minutos 93,98									

Tabla 1 / Fuente: Elaboración propia

El proceso consta de 44 actividades, con un tiempo total aproximado de ~117 minutos (1 hora y 57 minutos), lo cual representa un 41% de una jornada de 8 horas.

Tabla 11: Distribución del tiempo del proceso de prueba de fugas con cámara acústica (agrupado por tipo de actividad)

Categoría de actividad	Pasos involucrados	Tiempo total estimado	Comentario clave
Preparación personal + recolección	1–10	15,7 min	Incluye cambio de EPP y búsqueda de equipos
Coordinación y traslado a dique seco	11–20	14,3 min	Contacto con seguridad y llegada al sitio
Inspección técnica (espuma + acústica)	21–29	24,3 min	Fase crítica del proceso
Comunicación / cierre	30–32, 35–44	33,3 min	Incluye informe (25 min) y regreso
Esperas o revisiones auxiliares	23, 25	4,8 min	Por revisión del área y señalamiento

Nota: Se distribuyen los tiempos de acuerdo a las actividades y su tipo. Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Puntos críticos detectados dentro del proceso de prueba de fugas con cámara acústica

Actividad	Problema identificado	Tiempo (min)	Observación
8	Búsqueda de cámara acústica sin ubicación fija	3,08	Puede reducirse con lugar asignado
17	Diálogo con seguridad sin planificación previa	7,12	Evitable si se coordina previamente
23	Revisión del área por seguridad durante proceso	4,3	Puede hacerse antes del día de inspección
28	Segunda inspección acústica sin paralelización	8,15	Puede aprovecharse tiempo de apoyo
44	Informe elaborado manualmente	25	Se puede digitalizar

Nota: Se detectan los puntos de mejora dentro del proceso. Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Identificación de oportunidades de mejora dentro de la prueba de fugas con cámara acústica

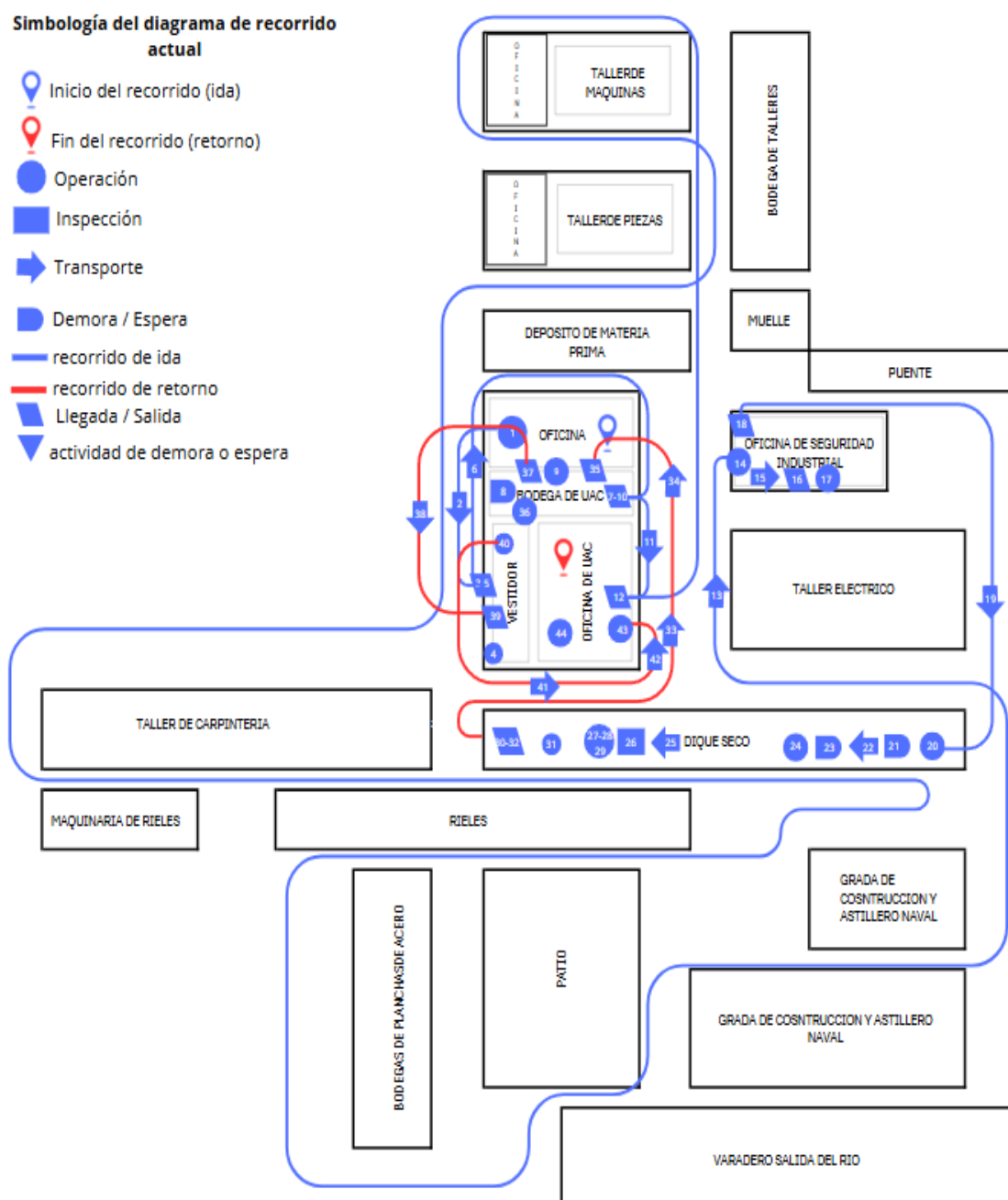
Área	Mejora específica	Resultado esperado
Logística	Asignar gabinete exclusivo para cámara acústica	↓ Tiempo en paso 8
Coordinación	Solicitar acompañamiento de seguridad con 1 día de anticipación	↓ Tiempo en paso 17 y paso 23
Técnica	Paralelizar inspecciones (espuma/acústica) si hay 2 técnicos	↓ Tiempos de paso 26 y 28
Digitalización	Implementar formulario para informe vía tablet	↓ Paso 44 a menos de 10 minutos

Nota: Se colocan posibles mejoras para reducir tiempos en el proceso. Fuente: Elaboración propia

La prueba de fugas con cámara acústica frecuentemente consume mucho tiempo, sobre todo en la fase preliminar de montaje, en la alineación con el departamento de seguridad industrial y en la redacción final del informe técnico. Sin embargo, medidas sencillas destinar un área fija a cada dispositivo, coordinar de antemano al personal

accesorio y elaborar el reporte en plantilla digital pueden reducir toda la operación a menos de noventa minutos, sin comprometer la precisión ni la seguridad del método.

Figura 9: Diagrama de recorrido actual prueba de fugas con cámara acústica



Nota: Trayecto de las actividades correspondiente al proceso, su cierre y retorno Fuente: Elaboración propia

El diagrama que acompaña este texto presenta una evaluación paso a paso de la prueba de fuga mediante cámara acústica en el astillero. Al analizar el trazo, se vuelve evidente que el recorrido del personal, así como el movimiento de equipos y sondas, es extenso y disperso; deben cruzar, en orden, las oficinas, la bodega, los vestidores, el puesto de seguridad y, por último, el dique seco donde se ejecuta la verificación. Esa fragmentación origina varios puntos críticos de traslado, que se han señalado con flechas azules, y momentos de espera, que figuran con triángulos, lo que acaba estirando el tiempo total de la operación.

Entre los cuellos de botella más visibles figuran el arranque desde la oficina, los constantes saltos entre bodega y el puesto de seguridad, la coordinación intermitente con los operarios y el retorno lento una vez concluido el informe. Esa trayectoria pone al descubierto fallas logísticas y espacios vacíos que un rediseño del layout, una comunicación digital en tiempo real y herramientas centralizadas permitirían acortar de manera notable. En la actualidad el procedimiento sigue siendo funcional, pero su rendimiento podría elevarse con ajustes relativamente sencillos y de bajo costo.

V. CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1. Descripción de datos para propuesta de optimización

5.1.1. Operación 1: Optimización de prueba de tintas penetrantes

Tabla 14: Diagrama de flujo propuesto para prueba de tintas penetrantes

DIAGRAMA DE FLUJO									
DIAGRAMA No: 2									
Operación: Diagrama de flujo optimizado - Prueba de tintas penetrantes									
Lugar: Taller de máquinas									
Inspector asignado									
No.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO							TIEMPO REAL	OBSERVACIONES
1	Revisión de órdenes y planos en oficina	X						8,00	Se verifican lista de piezas y requisitos de inspección; se sincroniza check-list digital en la tablet
2	Dirigirse a vestidores			X				2,00	

3	Cambio de EPP en vestidor satélite (junto a bodega)					X		4,00	Vestidor anexo a la bodega; EPP limpio disponible – no se requiere desplazamiento extra
4	Retiro de kit completo en carro de inspección móvil (tintas, revelador, trapos, check-list digital)	X						4,00	Carro contiene tintas, revelador, trapos, cronómetro y tablet; se escanea QR para trazabilidad
5	Traslado directo a área de la pieza (ruta corta)			X				4,00	Ruta señalizada; sin cruces con áreas concurridas; se evita paso por patios exteriores
6	Breve coordinación con operario (avisado por app)				X			3,20	Operario recibió notificación 30 min antes; confirma disponibilidad de la pieza y área libre
7	Inspección visual preliminar y toma de fotos iniciales					X		3,00	Se toman fotografías “antes” y se suben al formulario; se valida número de serie de la pieza
8	Limpieza de la superficie	X						5,00	Uso de paños y desengrasante; se documenta estado “libre de contaminantes” en la tablet
9	Aplicación de tinta penetrante	X						5,00	Aerosol a 30 cm, capa uniforme; se inicia temporizador de 5 min en la aplicación móvil
10	Espera activa (llenado parcial del formulario, fotos)				X			4,00	Inspector completa campos de lote de tinta y adjunta evidencias; sin tiempo ocioso
11	Limpieza de exceso de tinta	X						3,00	Se confirma ausencia de residuo con paño blanco; se desechan trapos en contenedor designado
12	Aplicación de revelador	X						4,00	Pulverizado fino; se arranca nuevo temporizador de secado (4 min) en la app
13	Secado del revelador (revisión de datos en tablet)				X			5,00	Inspector revisa datos capturados y prepara plantilla de conclusiones
14	Inspección visual final					X		4,00	Se identifican indicaciones; se amplían fotos con luz LED para evidencia
15	Marcaje de discontinuidades	X						2,00	Marcador indeleble rojo; se linean puntos marcados con fotos y posiciones en el informe
16	Feedback inmediato al operario				X			3,00	Se muestran defectos y se acuerdan correcciones; operario firma de recepción en la tablet
17	Recolección del material; limpieza del área	X						2,00	Kit se guarda; área queda libre de residuos; se toma foto “después” para registro
18	Dirigirse a taller de máquinas							2,00	
19	Coordinación con encargado							2,00	
20	Cierre digital in-situ (firma electrónica e informe)					X		4,00	Informe se genera automáticamente; inspector y operario firman electrónicamente
21	Dirigirse a Bodega UAC			X				0,5	
22	Retorno de carro a bodega						X	3,00	Carro se estaciona y se recarga EPP de reposición; se cierra orden en el sistema
23	El verificador hace su recorrido por el patio y zonas seguras para llegar al área de oficinas							6,00	

24	Retiro de EPP y fin de la actividad					X		3,00	EPP sucio a contenedor; inspector confirma cierre de turno en la app
Minutos: 85,7									

Nota: Se muestra la optimización de tiempos y la reducción de actividades que no agregan valor. Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Principales mejoras aplicadas dentro del flujo de actividades de la prueba de tintas penetrantes

Categoría	Mejora Aplicada	Impacto Operativo
Layout / logística	Ruta directa a la pieza sin desvíos ni cruce de zonas congestionadas	Reduce desplazamientos innecesarios
Equipamiento	Implementación de un carro móvil de inspección con todos los recursos	Elimina recorridos múltiples a bodega
Gestión del tiempo	Eliminación de distracciones y tiempos muertos	Mejora concentración y continuidad del proceso
Tecnología	Uso de tablet y formularios digitales para checklists y reportes	Agiliza documentación e incrementa trazabilidad digital

Nota: Explica cuales son las mejoras aplicadas dentro del proceso. Fuente: Elaboración propia

Optimización de actividades para la prueba de tintas penetrantes:

- Se consolidaron actividades redundantes (ej. recorridos entre áreas y cambios de EPP).
- Se incorporó la firma digital y cierre in-situ, lo cual elimina tiempos de traslado adicionales para informes.
- Se eliminaron tiempos ociosos mediante “espera activa”, donde el inspector aprovecha tiempos muertos para avanzar en el formulario digital.
- Se optimizó la coordinación con el operario vía app, lo que evita esperas innecesarias y permite preparar el entorno de trabajo.
- Para evaluar la mejora lograda en tiempo, se utiliza la siguiente fórmula de porcentaje de optimización:

Datos:

$$T_{antes}: 105.71$$

$$T_{Optimizado}: 85.7$$

Proceso:

$$\text{Porcentaje de optimización} = \frac{T_{\text{antes}} - T_{\text{después}}}{T_{\text{antes}}} \times 100$$

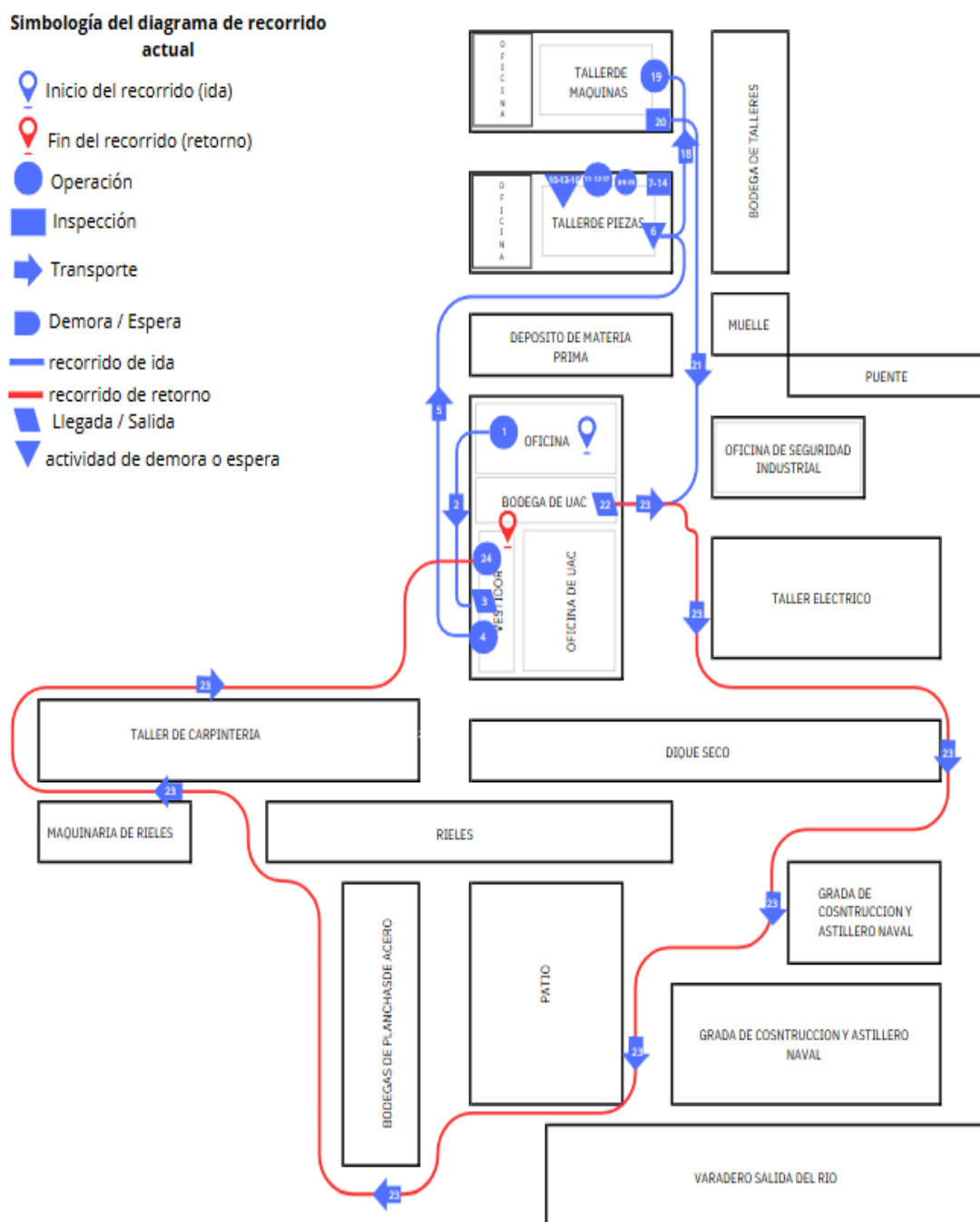
$$\text{Porcentaje de optimización} = \frac{105.71 - 85.7}{105.71} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de optimización} = 19.40\%$$

El resultado indica que el proceso de inspección fue optimizado en aproximadamente 19.4%, lo cual significa que ahora se requiere casi una quinta parte menos de tiempo para realizar la misma actividad, cumpliendo los mismos estándares de calidad y control.

La revisión del recorrido, la introducción de carros móviles, la eliminación de tiempos muertos y el uso de herramientas digitales han permitido a Astinave EP acortar de forma notable el tiempo operativo del proceso de inspección con tintas penetrantes, sin dejar de lado la trazabilidad ni el rigor técnico que la tarea exige. Esta ganancia en eficiencia, además, libera capacidad para asumir más actividades o para aliviar la carga de trabajo existente.

Figura 10: Propuesta de diagrama de recorrido optimizado – Prueba de tintas penetrantes



Nota: Se muestra el diagrama de recorrido optimizado para el presente proceso. Fuente: Elaboración propia

El nuevo diagrama de recorrido optimizado para la operación de prueba de tintas penetrantes en Astinave EP evidencia una mejora significativa en la eficiencia del proceso. Gracias a la implementación de un kit de inspección móvil, la redistribución del

vestidor cerca de la bodega y la digitalización de tareas administrativas, se logra reducir considerablemente los desplazamientos y tiempos de espera. Además, la coordinación previa con el operario mediante aplicaciones móviles elimina pérdidas de tiempo por búsquedas o confirmaciones manuales.

Como resultado de estos cambios, el tiempo total de ejecución se reduce de 105,7 minutos a 85,2 minutos, lo que representa una mejora del 19,4 % en eficiencia. Este rediseño no solo agiliza el flujo de trabajo, sino que también promueve prácticas modernas como la trazabilidad digital, la reducción de demoras pasivas y la optimización del uso del espacio. En conjunto, el recorrido optimizado fortalece la calidad del servicio y respalda los objetivos de mejora continua de la empresa.

5.1.2. Operación 2: Optimización de Inspección visual a los cordones de soldadura

Tabla 16: Diagrama de flujo propuesto para Inspección visual a los cordones de soldadura

DIAGRAMA No: 2								
Operación: Inspección visual a los cordones de soldadura								
Lugar: Taller de maquinas								
No.	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO						TIEMPO	OBSERVACIONES
1	Revisar órdenes y planos en oficina; sincronizar check-list digital	x					4,28	El verificador revisa en su computadora las actividades que tiene que realizar en el día.
2	Dirigirse al vestidor satélite (junto a bodega)			x			0,14	
3	Cambio de EPP					x	0,05	
4	Dirigirse a la bodega UAC			x			2	
5	Retirar "kit soldadura" del gabinete exclusivo (herramientas + tableta)	x					6,00	El verificador se pone un overol de protección para evitar ensuciarse
6	Solicitud/confirmación de acompañamiento (seguridad) vía app – <i>mientras se camina</i>					x	0,05	
7	Traslado directo (ruta corta) a grada de construcción			x			0,10	
8	Encuentro puntual con personal de seguridad en grada					x	0,04	
9	Búsqueda rápida del soldador (notificado por app)		x				3,00	La herramienta es pequeña y no tienen un lugar específico en la bodega

10	Breve <i>check-in</i> digital con soldador (check-list)		X					0,12	
11	Ascenso seguro por andamio (verificador + soldador)						X	0,06	
12	Inspección visual preliminar y fotos "antes"			X				0,11	
13	Medición de cordones (Bridge Cam) + fotos evidencia						X	0,07	
14	Marcaje de discontinuidades con rotulador			X				2,00	
15	Feedback inmediato al soldador (tablet con fotos)						X	0,03	
16	Descenso por andamio			X				0,12	
17	Retirada de material; limpieza rápida del área	X						0,06	
18	Cierre digital <i>in-situ</i> : generación automática de informe y firmas electrónicas (verificador + seguridad + soldador)	X						7,12	El verificador pregunta si algún miembro de seguridad está disponible.
19	Paseo por patios, bodegas y zonas de seguridad			x				8,00	
20	Retorno conjunto hacia vestidor/bodega			X				0,16	
21	Devolver kit al gabinete y cargar tablet			X				3,35	Los de seguridad siempre deben de estar atentos cuando se hagan actividades en el área de construcción.
22	Retiro de EPP y fin de actividad	X						0,06	
Minutos: 36,92									

Nota: Tiempos optimizados y reducción de actividades que no agregan valor. Fuente: Elaboración propia

Tabla 17: Principales mejoras aplicadas al flujo de actividades de la inspección visual a los cordones de soldadura

Área	Mejora específica	Impacto operativo
Logística de equipo	Gabinete exclusivo para herramientas	Elimina pérdidas de tiempo al buscar materiales
Coordinación	Solicitud de acompañamiento vía app	Evita esperas innecesarias para seguridad
Comunicación	Checklist digital en vez de diálogo libre	Reduce tiempos de conversación con operario
Informe técnico	Informe digital con firma electrónica	Disminuye el tiempo de documentación a la mitad

Nota: Mejoras propuestas dentro del proceso presentado. Fuente: Elaboración propia

Optimización de actividades de la inspección visual a los cordones de soldadura

- Se consolidaron y organizaron pasos como el cambio de EPP y retiro de kit, ubicándolos en un solo punto logístico junto a la bodega.
- La coordinación con seguridad y soldador se hace vía app, mientras el inspector ya se encuentra en desplazamiento, eliminando demoras presenciales.
- Se elimina la conversación libre al final del recorrido, usando un checklist digital compartido que permite agilizar el feedback y firma.
- La generación del informe ya no requiere desplazamiento a oficina: ahora se hace con firma digital in-situ, cerrando el proceso en el sitio de inspección.
- Para evaluar la mejora lograda en tiempo, se utiliza la siguiente fórmula de porcentaje de optimización:

Datos:

$$T_{antes}: 86.04$$

$$T_{Optimizado}: 36.92$$

Proceso:

$$Porcentaje\ de\ optimización = \frac{T_{antes} - T_{después}}{T_{antes}} \times 100$$

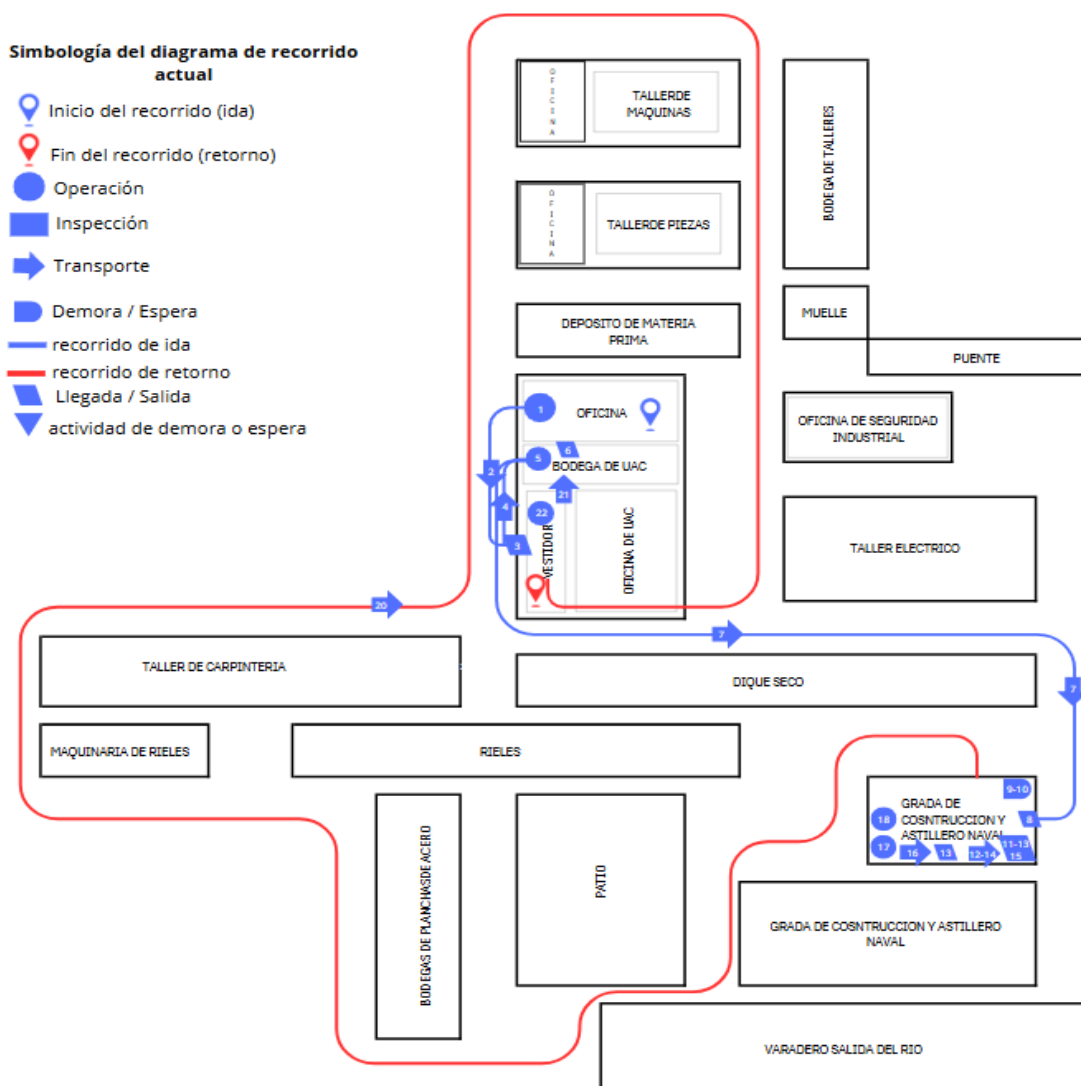
$$Porcentaje\ de\ optimización = \frac{86.04 - 36.92}{86.04} \times 100$$

$$Porcentaje\ de\ optimización = 57.08\%$$

Gracias a la integración de tecnología, reorganización del layout logístico y mejoras en la comunicación operativa, el proceso de inspección visual a los cordones de soldadura logró reducir su duración en más de un 57 %. Este nuevo enfoque permite realizar más inspecciones en menos tiempo, con mayor trazabilidad y orden. La propuesta se alinea con prácticas modernas de productividad como el Lean

Manufacturing, y fortalece la eficiencia del área de aseguramiento de calidad en Astinave EP.

Figura 11: Propuesta diagrama de recorrido optimizado – inspección a los cordones de soldadura



Nota: Diagrama de recorrido propuesto para el presente proceso. Fuente: Elaboración propia

Este diagrama representa la versión optimizada del recorrido para la inspección visual a los cordones de soldadura, destacando una importante mejora en eficiencia respecto al flujo original. Se observa una reducción significativa de trayectos redundantes, con un diseño más lineal y lógico que minimiza tiempos de traslado y elimina pasos innecesarios.

5.1.3. Operación 3: Optimización de Prueba de fugas con cámara acústica

Tabla 18: Diagrama de flujo propuesto para Prueba de fugas con cámara acústica

DIAGRAMA DE FLUJO								
DIAGRAMA No: 2								
Operación: Prueba de fugas con cámara acústica								
Lugar: Taller de maquinas								
No	DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO						TIEMPO	OBSERVACIONES
1	Revisar órdenes y planos en oficina; sincronizar check-list digital	X					6,00	Inicio de jornada con tablet y check-list en la nube
2	Dirigirse al vestidor satélite (junto a bodega)			X			1,00	Trayecto muy corto (vestidor contiguo)
3	Cambio de EPP					X	1,00	Vestidor anexo, sin desplazamientos adicionales
4	Dirigirse a la bodega UAC						2,00	
5	Retirar "kit fuga" (cámara + espuma + tablet) del gabinete exclusivo	X					1,00	Logística: equipo siempre visible y cargado
6	Solicitar/confirmar acompañamiento de seguridad vía app mientras se camina		X				0,20	Coordinación previa; no se detiene la marcha
7	Traslado directo (ruta corta señalizada) a dique seco			X			3,00	Se evita patio exterior y cruces superfluos
8	Encuentro puntual con seguridad y operario en el barco	X					0,50	Cita cerrada 24 h antes; sin esperas
9	Inspección combinada: ensayo espuma + cámara acústica (paralelo, 2 técnicos) y marcaje preliminar					X	15,00	Recomendación "Técnica": ambas pruebas se ejecutan simultáneamente
10	Feedback inmediato al operario (tablet con fotos)		X				1,00	Comunicación digital guiada por check-list
11	Limpieza rápida del área, retirada de material	X					1,00	Buenas prácticas 5 S; se adjunta foto "después"
12	Cierre digital in-situ (informe autogenerado + firmas electrónicas verificador/seguridad/operario)					X	12,00	Digitalización: paso 44 original ↓ de 25 min a <10 min
13	Paseo por patios y zonas de seguridad			X			10,00	
14	Retorno conjunto a bodega/vestidor, dejar kit, retirar EPP y fin de actividad			X			3,50	Kit se guarda y tablet se pone a recargar
Minutos: 57,2								

Nota: Presentación de tiempos optimizados y reducción de actividades que no agregan valor Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Principales mejoras aplicadas al flujo de actividades de la Prueba de fugas con cámara acústica

Área	Mejora específica	Impacto operativo
Logística	Gabinete exclusivo para la cámara acústica	Elimina pérdidas de tiempo por búsqueda
Coordinación	Solicitud anticipada vía app para acompañamiento de seguridad	Reduce tiempos muertos (pasos 17 y 23)
Técnica	Paralelización de pruebas (espuma + acústica) con dos técnicos	Reduce tiempo total de inspección en el sitio
Digitalización	Informe digital autogenerado + firma electrónica	Paso 44 se reduce de 25 a 12 minutos

Nota: Mejoras propuestas dentro del presente proceso. Fuente: Elaboración propia

Optimización de actividades de prueba de fugas con cámara acústica

- Se consolidaron pasos dispersos como búsqueda de equipo, retiro de EPP e informe, en una ruta lógica continua con menos interrupciones.
- La coordinación con seguridad ya no depende de confirmación presencial: se hace mientras el verificador se traslada, reduciendo tiempos muertos.
- La inspección técnica se paraleliza si hay más de un técnico, permitiendo ejecutar la prueba de espuma y la cámara acústica simultáneamente (pasos 26 y 28 integrados).
- La generación del informe digital y las firmas se realizan en el lugar, con evidencia fotográfica desde la tablet, eliminando traslados a oficina.
- Para evaluar la mejora lograda en tiempo, se utiliza la siguiente fórmula de porcentaje de optimización:

Datos:

$$T_{antes}: 93.98$$

$$T_{optimizado}: 57.20$$

Proceso:

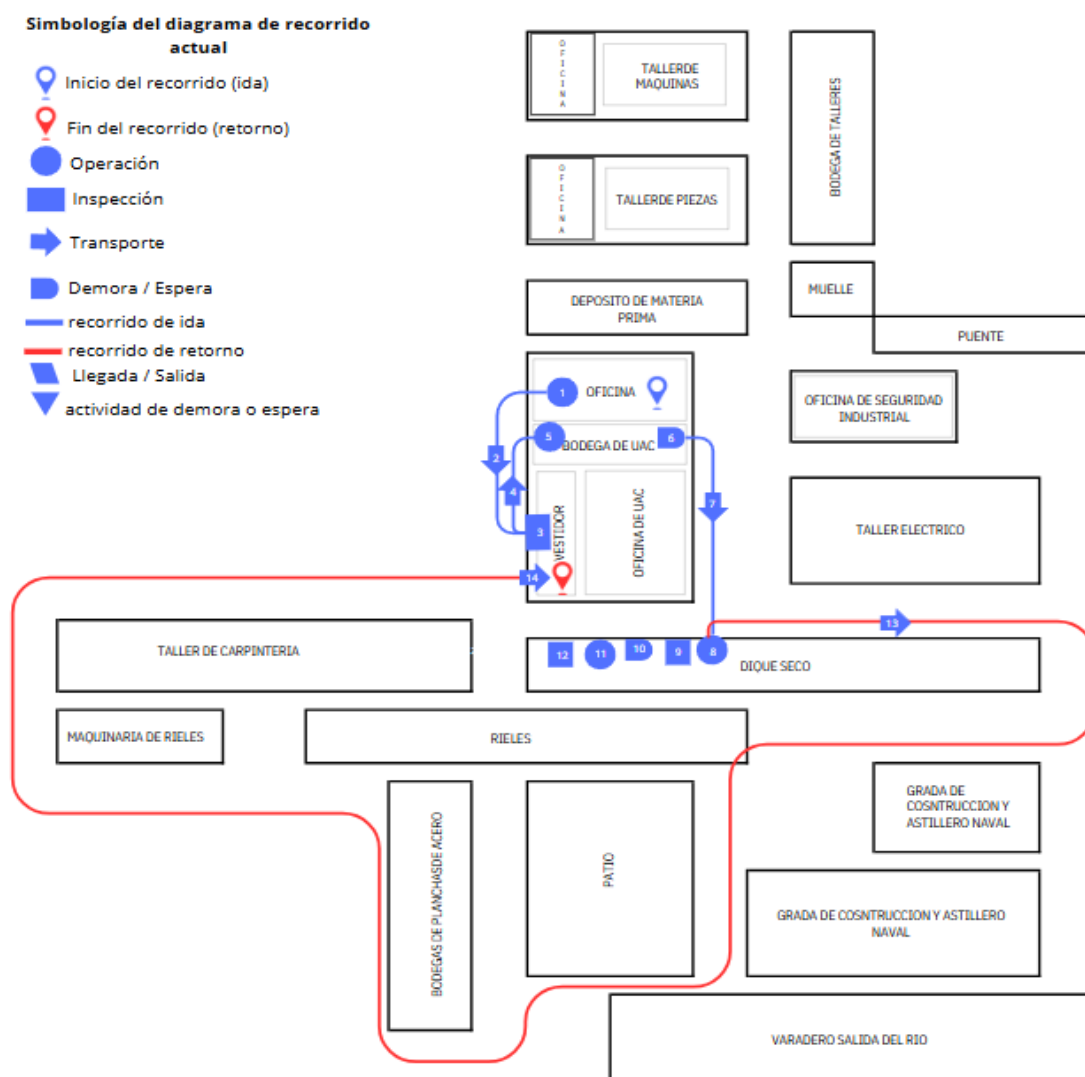
$$\text{Porcentaje de optimización} = \frac{T_{antes} - T_{después}}{T_{antes}} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de optimización} = \frac{93.98 - 57.20}{93.98} \times 100$$

$$\text{Porcentaje de optimización} = 39.13\%$$

Gracias a las mejoras propuestas en logística, coordinación y digitalización, el tiempo del proceso de inspección con cámara acústica se redujo en más de un 39 %. Esta mejora no solo incrementa la productividad operativa, sino que permite al personal técnico invertir más tiempo en inspecciones efectivas y menos en tareas administrativas o recorridos innecesarios. La estrategia adoptada refuerza una cultura de eficiencia y control basada en herramientas digitales y planificación anticipada.

Figura 12: Propuesta de diagrama de recorrido optimizado – Prueba de fugas con cámara acústica



Nota: Diagrama de recorrido propuesto para el presente proceso, se quitan actividades y redundancias dentro de este. Fuente: Elaboración propia

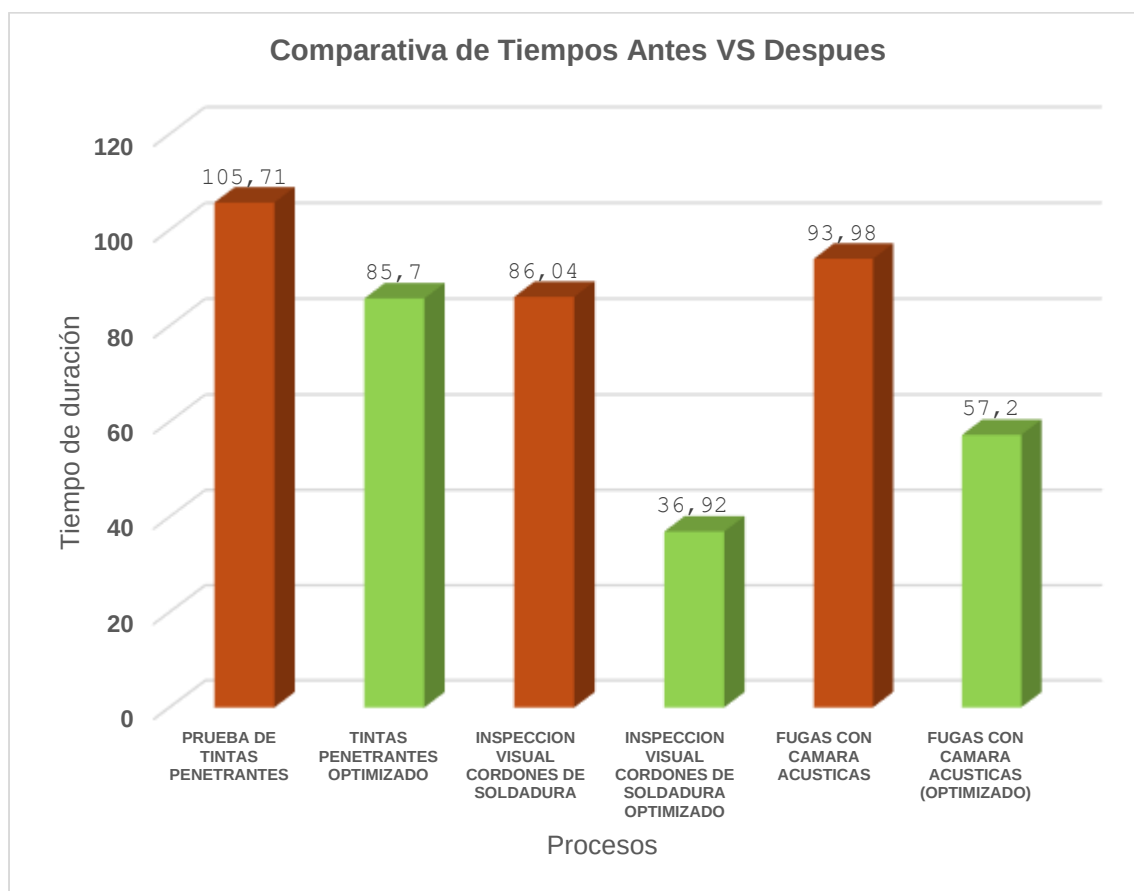
El diagrama muestra ahora el flujo optimizado para la prueba de fugas con cámara acústica. A diferencia del procedimiento anterior, se han minimizado los desplazamientos innecesarios, agrupando casi todas las tareas en torno al dique seco y en las áreas inmediatas.

Entre los cambios más destacados se incluyen un vestidor satélite cerca de la bodega, un armario exclusivo para el kit de inspección y la ejecución simultánea, por parte de dos técnicos, de la prueba con espuma y de la inspección con cámara acústica. Además, el cierre del proceso se digitaliza in-situ, lo que elimina el regreso a oficina para documentación. En conjunto, estas acciones permiten una inspección más ágil, segura y eficiente, minimizando el tiempo total y los puntos de espera.

5.2. Comparativa entre flujo de actividades actual y propuesto

A partir de la recopilación de datos relevantes para el presente estudio como lo son el flujo de actividades necesario para el desarrollo de los diferentes procesos realizados dentro del área de aseguramiento de la calidad, el recorrido del personal a través de la planta al momento de realizar estos, y las actividades que realmente se realizan in-situ, se logró proponer un rediseño para el flujo de actividades correspondientes a cada uno de los procesos estudiados, donde buscamos reducir los tiempos empleados al momento del desarrollo de las mismas. Teniendo como punto principal de mejora la reducción de los movimientos o transportes del personal, ya que estos derivan en que ocurran actividades que no son relevantes y estas aumenten el tiempo empleado en estas.

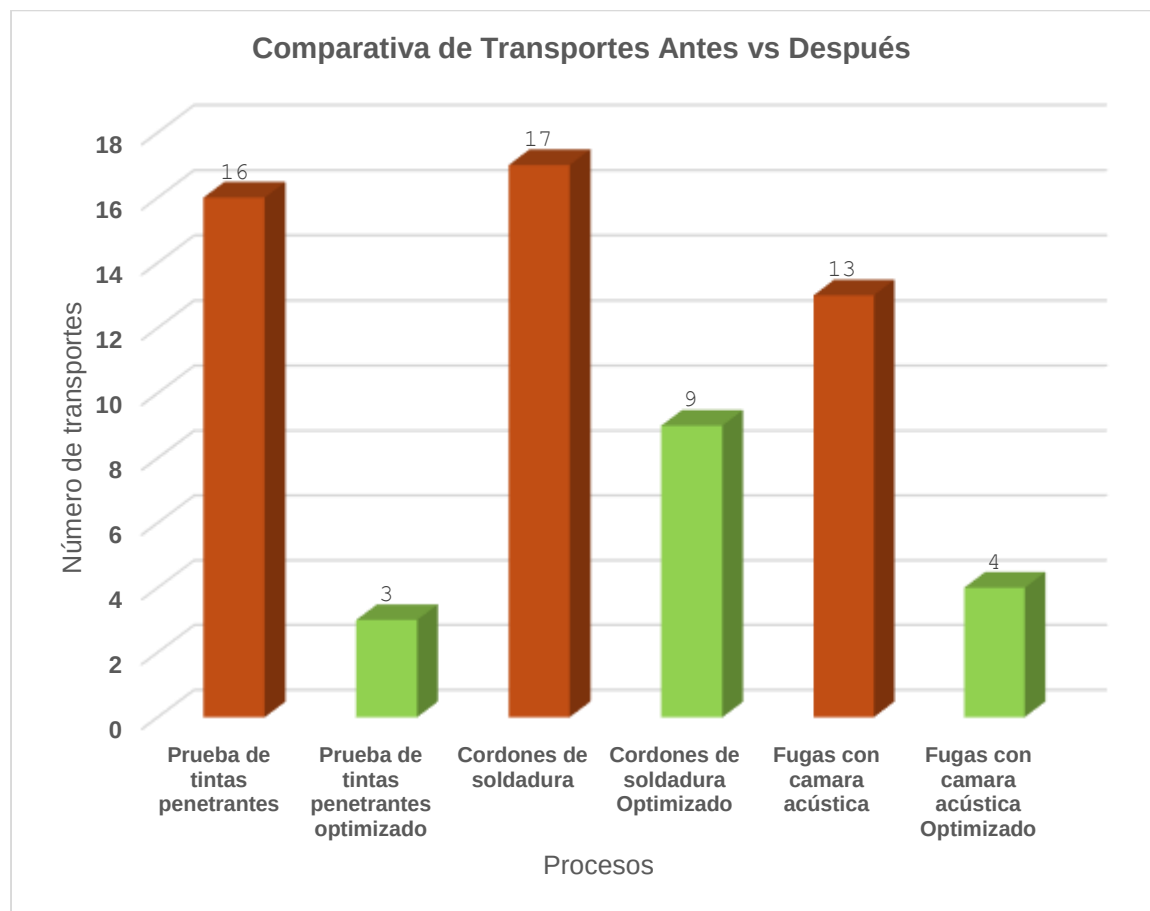
Es a partir de estas oportunidades de mejora identificadas y a su vez expuestas con anterioridad, que se ha identificado cuales pueden ser las mejores alternativas para suplir actividades o en su defecto reducirlas sin que estas afecten la identificación de desperfectos de las piezas inspeccionadas, mejorando los tiempos y reduciendo el esfuerzo de los operarios al momento de desplazarse a través de un área la cual no es pequeña y así que estos desarrollen sus actividades de manera eficaz.

Figura 13: Comparación de tiempos procesos estudiados

Nota: Dentro de la siguiente figura se aprecian los tiempos de los procesos, los actuales de color naranja y los propuestos de color verde, con el nuevo flujo de actividades en base a las oportunidades de mejora identificadas. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar dentro de la figura 13, la reducción en cuanto a los tiempos es considerable, esto en base a la disminución de los transportes que existen dentro del proceso, estos transportes se pueden considerar como una actividad redundante y que no es necesaria de realizar si se encuentran alternativas como las propuestas con anterioridad. Para complementar esta idea se muestra a continuación la comparativa de transportes de acuerdo a los identificados durante el estudio y la reducción realizada al momento de la propuesta. En caso de necesitar recordar a que se considera como transporte dentro del presente estudio, se recomienda revisar la tabla 1, donde se da la simbología y significado de un transporte.

Figura 14: Comparación de número de transporte diagramas actuales vs propuestos



Nota: En la figura se muestra en verde los movimientos dentro de los diagramas propuestos para el flujo de actividades y en naranjas los actuales. Fuente: Elaboración propia.

Dentro de la figura 14 apreciamos la reducción de movimientos o transportes dentro de los diagramas propuestos, esta reducción de movimientos provoca a su vez que los tiempos en general de los procesos desarrollados dentro del área se vean reducidos de manera considerable, esto es ocasionado ya que estos desplazamientos existen por otras actividades las cuales al momento de ser identificadas se buscaron oportunidades de mejora, logrando proponer un diseño donde estos tiempos se vean reducidos gracias a la eliminación de estas actividades. Con el fin de expandir esta idea se procederá a explicar cuáles son el tipo de actividades que se identificaron como no relevantes o aquellas que no agregan valor a la operación.

VI. CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

El análisis de los diagramas de recorrido reveló que una parte significativa del tiempo de inspección se destina a desplazamientos innecesarios entre vestidores, bodegas, oficinas y zonas de inspección, reduciendo el tiempo efectivo de trabajo técnico del verificador.

La falta de kits móviles, de armarios asignados para herramientas y de formatos digitales para informes provoca retrasos, tareas repetidas y escasa trazabilidad en los procesos de calidad.

Las actividades de inspección, como el test de fugas o la revisión de soldaduras, involucran a personal de seguridad y a operarios que no cuentan con un cronograma de trabajo en condiciones el cual se formal o en su defecto electrónico, lo que provoca demoras por problemas de disponibilidad o por comunicación informal, lo que provoca que haya desplazamientos innecesarios como ya se ha mencionado con anterioridad.

De media, redactar un informe tarda entre veinte y veinticinco minutos, es decir, más del veinte por ciento del tiempo total de cada operación. Al ser un proceso manual, este hecho afecta directamente la productividad general del área.

El uso de esta herramienta permite visualizar de forma efectiva los cuellos de botella y desplazamientos redundantes, sirviendo como base sólida para diseñar flujos más eficientes y alineados a estándares de calidad.

Teniendo en cuenta los objetivos planteados dentro del presente estudio, podemos concluir que:

Se identificaron cuáles fueron las actividades críticas y redundantes como los desplazamientos innecesarios que existen de un área a otra, esto mediante los diagramas de flujo y recorrido donde en estos últimos se puede apreciar de manera visual el número de transportes existentes y las actividades que los producen.

Se analizaron los tiempos y la cantidad de movimientos dentro de los procesos del área de aseguramiento de la calidad, lo cual contribuyó con la identificación de los

cuellos de botella, sus puntos críticos y nos dio una idea de cuáles pueden ser sus oportunidades de mejora y el impacto que pueden llegar a tener en los tiempos de las operaciones estudiadas.

Como punto final se propuso un rediseño para el flujo de actividades de cada uno de los procesos desarrollados dentro del área, con su respectivo diagrama de flujo que muestre con tiempos la duración estimada de las actividades que se desarrollen y el diagrama de flujo como punto final de este, mostrando el recorrido y el flujo de actividades a través de las instalaciones.

6.2. Recomendaciones

Asignar espacios fijos y etiquetados para equipos como cámaras acústicas, tintas o medidores reducirá tiempos de búsqueda (hasta 3 minutos por operación) y facilitará la preparación previa de cada inspección.

Este carro debe incluir EPP, tintas, revelador, tablet, marcadores y cronómetro. Su uso evitará recorridos múltiples a la bodega y permitirá realizar todo el proceso en un solo desplazamiento.

Utilizar aplicaciones móviles con checklist digitales y autogeneración de informes reducirá el tiempo de documentación en al menos un 50 %, asegurando además trazabilidad y facilidad de auditoría.

La planificación previa (al menos 24h antes) de acompañamientos y acceso a zonas críticas evitará tiempos muertos y asegurará la disponibilidad del personal necesario durante la inspección.

Redistribuir estratégicamente áreas clave como vestidores, oficinas de calidad y puntos de inspección mediante principios de Systematic Layout Planning (SLP) permitirá optimizar el flujo físico y reducir hasta un 20 % del tiempo de cada operación.

Bibliografía

- Casos de éxito en la optimización de procesos (en Ecuador y en el mundo) | Ideia Consulting. (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de https://ideia-consulting.com/gestion-de-procesos/casos-de-exito-en-la-optimizacion-de-procesos-en-ecuador-y-en-el-mundo/?utm_source=chatgpt.com
- Elio, A. :, & Ortega Valdez, J. (2014). *Gestión por procesos de mantenimiento de motores fuera de borda con propuesta de mejoramiento de desarrollo tecnológico en el Taller de la Base Naval Sur de la Armada del Ecuador. Periodo 2013.*
<http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6519>
- Instituto Escadía. (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de <https://escadia.mx/>
- Ishikawa, K. (1976). *Guide to Quality, 2nd Edition.*
<https://archive.org/details/guidetoqualityco00ishi>
- "Optimizacion Del Servicio de Carenamiento de Buques en La Empresa Astinave | PDF | Competitividad | Cadena de valor. (s/f). Recuperado el 23 de mayo de 2025, de https://es.scribd.com/document/345679198/Optimizacion-Del-Servicio-de-Carenamiento-de-Buques-en-La-Empresa-Astinave?utm_source=chatgpt.com
- Zavala, A., & Villota, D. I. O. (2015). *Estudio de la relación del Sistema de Gestión de calidad en los procesos de ASTINAVE EP y propuesta de implementación.*
- Asociación Española para la Calidad. (2025). Obtenido de AEC:
<https://www.aec.es/conocimiento/centro-del-conocimiento/aseguramiento-de-la-calidad/>
- Astinave EP. (2023). Informe de Gestión Anual de Astinave EP año 2021. Obtenido de <https://astinave.com.ec/wp-content/uploads/2023/06/INF-AEP-001-2023-Informe-de-Gestion-Anual-de-ASTINAVE-EP-ano-2022-1705-signed-signed-signed.pdf>
- Norma Internacional ISO 9000 Cuarta edición Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario. (2015).
- Suárez, L. (2024). Shipyard's Quality System involvement in the classification process at the new construction phase . *Ship Science & Technology*, 17(34), 9–16.
<https://doi.org/10.25043/19098642.245>
- Criollo, R. G. (2018). *ESTUDIO DEL TRABAJO INGENIERIA METODOS MEDICION DEL TRABAJO*. España: McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- ISO 9001 Sistemas de gestión de la calidad. (2015). Suiza.
- ASTM. (2000). Método de prueba estándar para Examen de líquido penetrante E 165 - 95. *Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales.*
- Brañas, A. (s.f.). Descubre cómo funcionan los Diagramas de Flujo de Procesos. *Qflow*.
- Eyres, D. J. (2012). *Construcción naval (7.ª ed.)*. Butterworth-Heinemann.
- Hassenstein, M. J., & Vanella, P. (2022). Data Quality—Concepts and Problems. *Encyclopedia*, 498-510.

IMO. (2020). *Directrices sobre la implementación del Capítulo IX del Convenio SOLAS*. IMO Publishing.

Improvitz. (6 de Septiembre de 2024). *Maximizando la Eficiencia: Las Mejores Citas sobre Optimización de Procesos*. Obtenido de Improvitz:
<https://improvitz.com/maximizando-la-eficiencia-las-mejores-citas-sobre-optimizacion-de-procesos/>

ISO 5817 - Welding — Fusion-welded joints in steel, nickel, titanium and their alloys (beam welding excluded) — Quality levels for imperfections. (2014). Suiza.

Ramos, A., Cavadas, D., & Horcajada, L. (2025). Lean Six Sigma: ¿Cómo funciona esta metodología para reducir fallos? *APD*.

Smart Logistics Group. (22 de Noviembre de 2024). *Retos del sector marítimo: geopolítica, sobrecapacidad y energía*. Obtenido de Smart Logistics Group:
<https://www.smartlg.com/es/desafios-en-el-sector-maritimo-tensiones-geopoliticas-sobrecapacidad-y-transicion-energetica/>

Steubel, P. (7 de octubre de 2024). *asana*. Obtenido de asana:
<https://asana.com/es/resources/quality-management>

Tanjuakio, K. (26 de 2 de 2024). *g/ls*. Obtenido de glss: <https://goleansixsigma.com/what-is-lean-six-sigma/>

Tronier, R. (9 de febrero de 2025). *asana*. Obtenido de asana:
<https://asana.com/es/resources/process-m>