

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial

Tesis

**Estudio de métodos en el proceso de armado de
tanques para mejorar la productividad de una
empresa metalmecánica**

Miguel Adrián Suárez Ccahuana

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Industrial

Arequipa, 2023

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TESIS

A : Felipe Néstor Gutarra Meza
Decano de la Facultad de Ingeniería

DE : José Carlos Lira Guzmán
Asesor de tesis

ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de tesis

FECHA : 23 de Noviembre de 2023

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para saludarlo y en vista de haber sido designado asesor de la tesis titulada: "Estudio de métodos en el proceso de armado de tanques para mejorar la productividad de una empresa metalmeccánica", perteneciente al/la/los/las estudiante(s) Miguel Adrián Suárez Ccahuana , de la E.A.P. de Ingeniería Industrial; se procedió con la carga del documento a la plataforma "Turnitin" y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 9 % de similitud (informe adjunto) sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

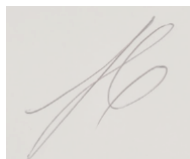
- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores (Nº de palabras excluidas: 10) SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que la tesis constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad.

Recae toda responsabilidad del contenido de la tesis sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios de legalidad, presunción de veracidad y simplicidad, expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales – RENATI y en la Directiva 003-2016-R/UC.

Esperando la atención a la presente, me despido sin otro particular y sea propicia la ocasión para renovar las muestras de mi especial consideración.

Atentamente,



Asesor de tesis

DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD

Yo, Miguel Adrian Suarez Ccahuana, identificado(a) con Documento Nacional de Identidad No. 45881986, de la E.A.P. de Ingeniería Industrial de la Universidad Continental, declaro bajo juramento lo siguiente:

1. La tesis titulada: "Estudio de métodos en el proceso de armado de tanques para mejorar la productividad de una empresa metalmecánica", es de mi autoría, la misma que presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas, por lo que no atenta contra derechos de terceros.
3. La tesis es original e inédita, y no ha sido realizado, desarrollado o publicado, parcial ni totalmente, por terceras personas naturales o jurídicas. No incurre en autoplagio; es decir, no fue publicado ni presentado de manera previa para conseguir algún grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, pues no son falsos, duplicados, ni copiados, por consiguiente, constituyen un aporte significativo para la realidad estudiada.

De identificarse fraude, falsificación de datos, plagio, información sin cita de autores, uso ilegal de información ajena, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a las acciones legales pertinentes.



22 de noviembre de 2023.

Miguel Adrian Suarez Ccahuana

DNI. No. 45881896

Tesis Final

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%

INDICE DE SIMILITUD

8%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	<1%
6	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	<1%
7	www.it.uniovi.es Fuente de Internet	<1%
8	pdfcoffee.com Fuente de Internet	<1%
9	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	<1%

10	www.amano.com Fuente de Internet	<1 %
11	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
12	dokumen.tips Fuente de Internet	<1 %
13	repositorio.unp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	Submitted to Pontificia Universidad Catolica del Peru Trabajo del estudiante	<1 %
15	Submitted to Erasmus University of Rotterdam Trabajo del estudiante	<1 %
16	docplayer.es Fuente de Internet	<1 %
17	red.uao.edu.co Fuente de Internet	<1 %
18	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1 %
19	repositorio.utp.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	"Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en proyectos de construcción", Pontificia Universidad Catolica de Chile, 2013	<1 %

21	dokumen.pub Fuente de Internet	<1 %
22	www.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
23	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1 %
24	www.yumpu.com Fuente de Internet	<1 %
25	riaa.uaem.mx:8080 Fuente de Internet	<1 %
26	1library.co Fuente de Internet	<1 %
27	dspace.ups.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
28	patents.google.com Fuente de Internet	<1 %
29	repositorio.upci.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
30	Submitted to Universidad Inca Garcilaso de la Vega Trabajo del estudiante	<1 %
31	documents.mx Fuente de Internet	<1 %

32	repositorio.utp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
33	cmap.upb.edu.co Fuente de Internet	<1 %
34	es.slideshare.net Fuente de Internet	<1 %
35	biblioteca.usac.edu.gt Fuente de Internet	<1 %
36	www.injuv.gob.cl Fuente de Internet	<1 %
37	Suzanne M. Ogden. "Standards in the Frito-Lay Corporate Library", <i>Science & Technology Libraries</i> , 1990 Publicación	<1 %
38	Submitted to Mountain Lakes High School Trabajo del estudiante	<1 %
39	Submitted to Universidad Europea de Madrid Trabajo del estudiante	<1 %
40	www.cefadigital.edu.ar Fuente de Internet	<1 %
41	es.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
42	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %

43 SERV GEOGRAFICOS Y MEDIO AMBIENTE SAC. "PMA de la Estación de Compresión Nuevo Mundo - Primera Etapa-IGA0002141", R.D. N° 354-2013-MEM/AAE, 2022
Publicación <1 %

44 dspace.esPOCH.edu.ec
Fuente de Internet <1 %

45 repositorio.urp.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

46 Submitted to Atlantic International University
Trabajo del estudiante <1 %

47 healtheducationresources.unesco.org
Fuente de Internet <1 %

48 www.pep.pemex.com
Fuente de Internet <1 %

49 Submitted to Universidad Carlos III de Madrid
Trabajo del estudiante <1 %

50 repositorio.unapiquitos.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

51 repositorio.unjfsc.edu.pe
Fuente de Internet <1 %

52 Submitted to Universidad Militar Nueva Granada
Trabajo del estudiante <1 %

53 ZhiHeng Yu, WeiNian Zhang. "Conditions for polynomial Liénard centers", Science China Mathematics, 2015 $<1\%$
Publicación

54 www.consortio.org $<1\%$
Fuente de Internet

55 www.researchgate.net $<1\%$
Fuente de Internet

56 www.senba.es $<1\%$
Fuente de Internet

57 digital.csic.es $<1\%$
Fuente de Internet

58 Submitted to Submitted on 1690394959253 $<1\%$
Trabajo del estudiante

59 Submitted to Universidad Internacional de la Rioja $<1\%$
Trabajo del estudiante

60 apps1.semarnat.gob.mx:8443 $<1\%$
Fuente de Internet

61 cia.uagraria.edu.ec $<1\%$
Fuente de Internet

62 repositorio.upn.edu.pe $<1\%$
Fuente de Internet

63 xdoc.mx $<1\%$
Fuente de Internet

64	fdocuments.es Fuente de Internet	<1 %
65	www.3ciencias.com Fuente de Internet	<1 %
66	www.idexlab.com Fuente de Internet	<1 %
67	d.documentop.com Fuente de Internet	<1 %
68	repositorio.ug.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
69	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
70	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
71	Submitted to tec Trabajo del estudiante	<1 %
72	www.campusred.net Fuente de Internet	<1 %
73	www.clubensayos.com Fuente de Internet	<1 %
74	www.reactivedata.com Fuente de Internet	<1 %

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 10 words

Excluir bibliografía Activo

ASESOR

Ing. José Carlos Lira Guzmán

AGRADECIMIENTO

A Dios, por brindar salud y bienestar a mi familia.

A mis hermanas Fernanda y Ana Lucia.

A todos mis compañeros de trabajo, quienes me brindaron su apoyo de forma desinteresada para llevar a cabo esta investigación.

A todas las personas que aportaron de alguna manera en la realización de este trabajo.

DEDICATORIA

A mis padres María y Fernando, por su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida. Siendo un ejemplo a seguir en cuanto esfuerzo, disciplina y dedicación.

A mi Mamá Edith por ser quién me motivó constantemente a lo largo de todo este tiempo a cumplir este objetivo.

A mi Papá Pepe por todo su amor y cariño.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
ÍNDICE.....	v
RESUMEN.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	xvi
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	5
1.2.1. Problema general.....	5
1.2.2. Problemas específicos.....	5
1.3. Objetivos de la investigación.....	6
1.3.1. Objetivo general.....	6
1.3.2. Objetivos específicos.....	6
1.4. Justificación e importancia.....	6
1.4.1. Conveniencia.....	6
1.4.2. Relevancia Social.....	6
1.4.3. Implicaciones prácticas.....	7
1.4.4. Valor teórico.....	7
1.5. Hipótesis y variables.....	7
1.5.1. Hipótesis general.....	7
1.5.2. Hipótesis específicas.....	7
1.5.3. Variables e indicadores.....	8

CAPÍTULO II	9
MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Antecedentes del problema	9
2.1.1. Antecedentes Internacionales	9
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	13
2.2. Bases Teóricas	15
2.2.1. Estudio de Métodos.....	15
2.2.2. Productividad	23
2.2.3. Armado de tanques de acero	28
2.3. Definición de términos básicos	44
2.3.1. Tanques de almacenamiento	44
2.3.2. API 650	47
2.3.3. Programación de un proyecto	48
CAPÍTULO III	50
METODOLOGÍA	50
3.1. Métodos y alcance de la investigación	50
3.2. Diseño de la investigación	51
3.3. Población y muestra	51
3.3.1. Población	51
3.3.2. Muestra	51
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	52
CAPÍTULO IV	54
DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS	54
4.1. Descripción de la empresa	54
4.1.1. Proyecto “Tanque de almacenamiento Diesel”	55

4.2. Estudio de métodos	63
4.2.1. Seleccionar	63
4.2.2. Registrar.....	65
4.2.3. Examinar	79
4.2.4. Establecer	90
4.2.5. Evaluar y definir	96
4.2.6. Implantar y controlar.....	98
4.3. Comparativo de productividad	100
4.3.1. Dimensión: Eficiencia.....	101
4.3.2. Dimensión: Eficacia.....	103
4.4. Prueba de hipótesis	105
4.4.1. Prueba de hipótesis general.....	106
4.4.2. Prueba de hipótesis específica uno.....	108
4.4.3. Prueba de hipótesis específica dos.....	110
4.5. Análisis económico	112
4.6. Discusión de resultados.....	113
CONCLUSIONES.....	116
RECOMENDACIONES	117
REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA.....	119
ANEXOS	125

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Estado de avance de tanques	3
Tabla 2 Lista de problemas frecuentes	4
Tabla 3 Ponderación de problemas frecuentes	4
Tabla 4 Variable e Indicadores.....	8
Tabla 5 Cuadro, gráfico y diagramas de uso más común en el estudio de métodos	16
Tabla 6 Preguntas preliminares	17
Tabla 7 Preguntas de fondo	18
Tabla 8 Características de los refuerzos	32
Tabla 9 Clasificación del código API	48
Tabla 10 Descripción del alcance del producto.....	56
Tabla 11 Línea base vs línea de seguimiento	58
Tabla 12 Resumen del estado del proyecto a la fecha de corte.....	60
Tabla 13 Identificación de Etapa Crítica.....	63
Tabla 14 Actividades a mejorar	79
Tabla 15 Análisis de interrogatorio-Actividad movilización.....	80
Tabla 16 Análisis de interrogatorio-Actividad montaje de fondo de tanque.....	82
Tabla 17 Análisis de interrogatorio-Actividad montaje de casco de tanque	83
Tabla 18 Análisis de interrogatorio-Actividad armado de planchas de techo de tanque	86
Tabla 19 Análisis de interrogatorio-Actividad Montaje de anillo de rigidez.....	88
Tabla 20 Alternativas de mejora.....	90
Tabla 21 Análisis del consumo semanal de dióxido de carbono	91
Tabla 22 Análisis del punto de reorden	92

Tabla 23 Inversión en implantación de método mejorado y beneficio económico.....	96
Tabla 24 Comparativo método actual vs método mejorado	97
Tabla 25 Cronograma de plan de implementación.....	98
Tabla 26 Check List de verificación.....	102
Tabla 27 Comparativo de Productividad	100
Tabla 28 Eficiencia de fabricación del tanque 2840-TK-001 (Sin la mejora).....	101
Tabla 29 Eficiencia de fabricación del tanque 2840-TK-002 (Con la Mejora).....	102
Tabla 30 Comparación de Eficiencia.....	103
Tabla 31 Eficacia de fabricación del tanque 2840-TK-001 (Sin la mejora).....	103
Tabla 32 Eficacia de fabricación del tanque 2840-TK-002 (Con la mejora)	104
Tabla 33 Comparación Eficacia	105
Tabla 34 Prueba de normalidad de los datos de la variable “Productividad”	106
Tabla 35 Prueba T de Student para la variable “Productividad”	107
Tabla 36 Prueba de normalidad de los datos de la dimensión “Eficiencia”	108
Tabla 37 Prueba T de Student para la dimensión “Eficiencia”	109
Tabla 38 Prueba de normalidad de los datos de la dimensión “Eficacia”	110
Tabla 39 Prueba de T de Student para la dimensión “Eficacia”	111
Tabla 40 Análisis económico método mejorado	113
Tabla 41 Indicadores financieros método mejorado.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de Pareto de los problemas	5
Figura 2 Etapas de la aplicación del Estudio de Métodos	15
Figura 3 Pasos a seguir del Estudio de Métodos	20
Figura 4 Juntas verticales de casco típicas	37
Figura 5 Juntas horizontales de casco típicas.....	38
Figura 6 Juntas de fondo y de techo típicas.....	39
Figura 7 Clasificación de los recipientes a presión	44
Figura 8 Partes de un tanque vertical.....	47
Figura 9 Isométrico tanque 2840-TK-001 y 2840-TK-002	56
Figura 10 Proceso de fabricación de tanque.....	57
Figura 11 Curva S fabricación 2840-TK-001 mine truck diesel storage tank.....	61
Figura 12 Dotación de personal	62
Figura 13 Selección Etapa Crítica.....	65
Figura 14 Selección Etapa Crítica.....	66
Figura 15 Secuencia de traslados.....	67
Figura 16 Descarga de materiales pre-fabricados	68
Figura 17 Soldeo de fondo de tanque	69
Figura 18 Plegado de fondo en zona de asentamiento de casco de tanque.....	69
Figura 19 Facilidades para izaje de anillos de casco instaladas	71
Figura 20 Montaje de casco de tanque culminado.....	73
Figura 21 Silleta de anclaje y boquillas R2 - N2 armadas y soldadas	74
Figura 22 Soportes de tubería y de escalera armados y soldados	75
Figura 23 Vigas de soporte de techo armadas y soldadas.....	76

Figura 24 Segmentos 03 y 02 posicionados y apuntalados sobre estructura de soporte de techo	77
Figura 25 Montaje escalera helicoidal y barandas perimetrales de techo	78
Figura 26 Distribución de boquillas en techo de tanque.....	79
Figura 27 Formato de supervisión de obra.....	95
Figura 28 Comparativo de Productividad	100

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Diagrama de Gantt – Línea Base 0.....	128
Anexo 2 Diagrama de Gantt-seguimiento	129
Anexo 3 Detalle de Actividad de Traslado de Materiales	130
Anexo 4 Actividad: Plano de distribución de planchas de fondo	131
Anexo 5 Método para preparar placas inferiores soldadas por solapamiento debajo de la carcasa del tanque	131
Anexo 6 Columna de izaje	132
Anexo 7 Ángulo de soporte de anillos	132
Anexo 8 Desarrollo de casco de tanque 2840-TK-001	133
Anexo 9 Desarrollo de casco de tanque 2840-TK-001	133
Anexo 10 Colocación de plancha rolada PL 4-1 sobre ángulos de soporte	134
Anexo 11 Armado de junta vertical.....	134
Anexo 12 Armado y soldeo de anillo 4 culminado.....	135
Anexo 13 Colocación de plancha rolada PL 3-2 sobre ángulos de soporte	135
Anexo 14 Armado de junta horizontal anillo 4-3 (1)	136
Anexo 15 Armado de junta horizontal anillo 4-3 (2)	136
Anexo 16 Izaje de anillo 4-3 e instalación de planchas roladas de anillo 2 PL 2-1	137
Anexo 17 Distribución de silletas de anclaje alrededor de casco de tanque	137
Anexo 18 Distribución de boquillas alrededor de casco de tanque	138
Anexo 19 Distribución de soportes de tuberías alrededor de casco de tanque.....	138
Anexo 20 Distribución de ubicación de soportes de escalera	139
Anexo 21 Distribución de ubicación de soportes de escalera	139

Anexo 22	Pre ensamble de tramo 01 y 02 de columna de soporte	140
Anexo 23	Isométrico de estructura de soporte de techo	140
Anexo 24	Tramo 01- base de columna posicionada, armada y soldada	141
Anexo 25	Tramo 02- soporte de vigas de techo armado y soldado	141
Anexo 26	Distribución de planchas de techo	142
Anexo 27	Izaje de segmento 03 de techo	142
Anexo 28	Posicionamiento de segmento 02 (PL 10) sobre techo de tanque	143
Anexo 29	Pre ensamble de escalera helicoidal 03 tramos	143
Anexo 30	Segmentos 03 y 02 posicionados y apuntalados sobre estructura de soporte de techo	144
Anexo 31	Diagrama de Operaciones del Proceso	145
Anexo 32.	Diagrama de Análisis de Procesos – Método Actual.....	149
Anexo 33.	Diagrama de flujo de Elaboración de Plan de Movilización.....	175
Anexo 34	Diagrama de Análisis de Procesos – Método Mejorado.....	176
Anexo 35	Detalle de Ahorro Previsto	201
Anexo 36	Detalle de inversión requerida – Método Mejorado.....	205

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó tomando en consideración la fabricación de 02 tanques de acero para el almacenamiento de diésel del mismo tipo, bajo la norma API 650 de 9.8 metros de altura por 10 metros de diámetro, el que por sus dimensiones fue fabricado en su ubicación final. La fabricación de estos tanques la realizó una empresa metalmeccánica por encargo de uno de sus clientes, considerando un tiempo de fabricación de 6 meses para cada uno, periodo que incluye el tiempo de armado y pintado en campo que corresponde 4.8 meses (145 días calendario).

Esta investigación tuvo como objetivo incrementar la productividad en el proceso de armado del tanque de almacenamiento de diésel, empleando el estudio de métodos en el análisis del armado del tanque 2840-TK-001 identificando el método actual, para luego aplicar el método mejorado en el armado del tanque 2840-TK-002. El enfoque de la investigación fue cuantitativo, con un diseño de tipo experimental, estando dentro de la categoría preexperimental.

Los resultados obtenidos que consideraron al método mejorado frente al método actual fueron positivos, generando un incremento de la productividad, eficiencia y eficacia en 0.25, 0.24 y 0.06 puntos respectivamente. Asimismo, se redujo el tiempo estándar para la fabricación del tanque en 235 horas.

Mediante el análisis económico realizado, se concluyó que el método mejorado es viable con un VAN de US\$ 15,274.31, una TIR de 49.46% y un periodo de recuperación de 1.77 meses.

Palabras clave: Estudio de Métodos, productividad, eficacia, eficiencia, tanque de acero

ABSTRACT

The present research work was carried out taking into consideration the manufacture of 02 steel tanks for the storage of diesel of the same type, under the API 650 standard of 9.8 meters high by 10 meters in diameter, which due to its dimensions was manufactured in your final location. The manufacture of these tanks was carried out by a metalworking company commissioned by one of its clients, considering a manufacturing time of 6 months for each one, a period that includes the assembly and painting time in the field, which corresponds to 4.8 months (145 calendar days). .

The objective of this research was to increase productivity in the assembly process of the diesel storage tank, using the study of methods in the analysis of the assembly of the 2840-TK-001 tank, identifying the current method, and then applying the improved method in the arming of the tank 2840-TK-002. The research approach was quantitative, with an experimental design, being within the pre-experimental category.

The results obtained that considered the improved method compared to the current method were positive, showing an increase in productivity, efficiency and effectiveness in 0.25, 0.24 and 0.06 points respectively. Also, the standard time for the manufacture of the tank was reduced by 235 hours.

Through the economic analysis carried out, it was concluded that the improved method is viable with a NPV of US\$ 15,274.31, an IRR of 49.46% and a recovery period of 1.77 months.

Keywords: Methods Study, productivity, effectiveness, efficiency, steel tank

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial las organizaciones y países buscan crecer incrementando el rendimiento de sus inversiones, considerando al factor capital representado por el acumulado de la inversión en capital productivo (maquinaria e infraestructura) y al factor trabajo representado por la fuerza laboral. A ese rendimiento se le denomina productividad, “que está determinada por la eficiencia en el uso de factores capital y trabajo para el incremento de la producción” (1 p. 24).

Es importante mencionar que el Perú ocupa el puesto 52 de 63 países en el Ranking de Competitividad Mundial 2020 elaborado por el Institute of Management Development (IMD) de Suiza (2). Para la calificación emplearon cuatro pilares, entre ellos el “Pilar de Eficiencia de Negocios” referente al factor “productividad y eficiencia”. Dentro de este factor se encuentra un indicador denominado “Productividad General” basado en estimaciones del PBI por persona empleada, siendo el valor del año del 2020 menor al monto estimado del año 2018. Frente a estos datos podemos deducir que, como país no estamos siendo productivos. Si bien es cierto que la productividad se ve afectada por factores como el aspecto social, las finanzas públicas, la inversión en investigación y desarrollo, la legislación relacionada a los negocios, entre otros; el nivel de productividad interno que posean las empresas en cuanto a su sistema productivo juega un papel importante para generar valor en la economía del país.

Es por ello que el incremento de la productividad en las empresas debe ser una prioridad, no a costa de reducir los sueldos de los colaboradores o de la generación de productos de baja calidad, sino de mejorar sus sistemas productivos haciendo

uso de diferentes herramientas, como lo es, el estudio de métodos que se basa en el análisis de los métodos de fabricación de un producto, con el fin de desarrollar mejoras que permitan el incremento de la productividad, basada en ocho pasos o etapas según Kanawaty (3).

En base a lo antes mencionado, la presente investigación pretende hacer uso del Estudio de Métodos para incrementar la productividad de la fabricación de un tanque de acero en la fase de armado, llevado a cabo por una empresa metalmeccánica por encargo de uno de sus clientes; habiendo identificado retrasos en la ejecución de los trabajos planificados, generando sobre costos e impactando directamente en la productividad de la fabricación de dicho tanque. Para ello, el estudio se desarrolla en función a la hipótesis que enuncia la efectividad de este Método para incrementar la productividad en el proceso de armado y soldado de los tanques. La realización de esta investigación es conveniente puesto que además de aplicar herramientas de ingeniería, es de relevancia social ya que contribuye a mejorar la forma y las condiciones en las que se desarrollan las actividades en el proceso, lo que significa el incremento de la productividad y con ello beneficios monetarios para la empresa que a su vez repercutirá en los empleados y trabajadores del proyecto.

El desarrollo del presente trabajo de investigación considera el siguiente contenido: Capítulo I, presenta el planteamiento del problema de investigación, así como los objetivos generales y específicos, hipótesis, justificación, variables e indicadores.

Capítulo II, presenta el marco teórico que sirvió como base para la investigación, considerando los antecedentes de la investigación, las bases teóricas y conceptuales relacionadas al problema en estudio.

Capítulo III, presenta la metodología de la investigación, considerando método, diseño, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos de recolección de datos empleados.

Capítulo IV, presenta el diagnóstico, análisis y resultados de la investigación, partiendo de la descripción de la empresa y del producto materia de estudio, para luego desarrollar la metodología del Estudio de Métodos planteada, enfocada en la mejora del proceso de armado del tanque de acero, dando como resultado un método actual y mejorado. Seguidamente se presenta una evaluación técnica y económica.

Finalmente se establecen las conclusiones y recomendaciones para su implantación y control.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

La Industria Metalmeccánica se desenvuelve dentro del sector no primario: construcción y manufactura. Pineda (4), sostiene que esta industria se ha visto influenciada de manera positiva por el crecimiento del sector minero, el cual requiere de manera constante el mejoramiento y mantenimiento de su infraestructura.

Según el MINEM (5), está en espera el inicio de la construcción de siete proyectos mineros ubicados a lo largo de territorio nacional, con una inversión de alrededor de US \$3,577 millones, así mismo esta cifra engloba proyectos importantes de

ampliación y mejoramiento en diferentes unidades mineras que se encuentran en operación.

Frente a este panorama, la industria metalmecánica tiene una gran oportunidad de crecimiento y a la vez un reto, el cuál recae en mejorar sus sistemas productivos para incrementar la productividad en sus operaciones. Es importante mencionar también que las empresas mineras operan bajo altos estándares de seguridad y calidad, ello debe de ser considerado dentro de la planeación de las empresas que operan en este rubro. Así mismo, el cumplir con los compromisos de tiempo y costo juega un papel fundamental para poder mantenerse en este negocio.

En Arequipa, “La Empresa” dedicada a realizar servicios de ingeniería, fabricación y montaje de estructuras metálicas, está ejecutando un proyecto para uno de sus clientes; el cual consiste en la fabricación de 2 tanques de iguales dimensiones y características. Durante la ejecución de este proyecto se han registrado demoras y retrasos con relación a las actividades programadas lo que ha ocasionado una baja productividad en el proceso de fabricación, además de un consumo de horas hombre por encima de lo presupuestado. A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el estado de avance del tanque 2840-TK-001 con fecha de corte al 05 de marzo de 2021, donde se observa un retraso del 19%. Además, se aprecia que la relación entre las horas hombre ganadas y gastadas (Performance Factor) es de 0.57, ello expresa el rendimiento

por hora hombre invertida. Observando claramente, que no se está siendo productivo con la utilización de los recursos disponibles.

Tabla 1. *Estado de avance de tanques*

Código de Tanque	Descripción	HH Presup.	HH Ganadas	HH Gastadas	PF	Plan	Real	Status
2840-TK-001	Mine Truck Diesel Storage Tank	7220.0	2601.3	4575.7	0.57	55%	36%	-19%

Para la selección e identificación de los problemas dentro del proceso de fabricación de tanques, se utilizó el Análisis de Pareto también conocido como la regla 80-20, generalizada por Joseph M. Juran Pareto (1848-1923); el cual sostiene que el 80% de los problemas se le atribuye al 20% de las causas. A continuación, se siguen los pasos planteados por Pons Achell y Rubio (6), para dicho análisis.

Para la recopilación de datos se realizó una encuesta al personal involucrado directamente en la ejecución de los trabajos (operarios mecánicos, oficiales mecánicos, apuntaladores, armadores, soldadores, capataces y supervisores de campo), considerando aquellos factores que están entorpeciendo el desarrollo de las actividades de fabricación, generando retrasos en el proceso e impactando económicamente en el mismo. La definición de las categorías de datos se elaboró en base a las observaciones plasmadas en los reportes diarios registrados en obra. Para la encuesta se consideró un total de 36 personas, quienes tenían que seleccionar de la siguiente lista los 03 problemas más representativos.

Tabla 2. *Lista de problemas frecuentes*

Nº	Descripción
P1	Re-procesos
P2	Presencia de alertas de tormentas
P3	Demora en la respuesta a consultas hechas al área de ingeniería
P4	Retrasos en el abastecimiento de insumos para la fabricación
P5	Retrasos en las liberaciones por parte de calidad y topografía
P6	Problemas de comunicación
P7	Observaciones de seguridad
P8	Falta de personal
P9	Otros

Luego de haber aplicado la encuesta se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 3. *Ponderación de problemas frecuentes*

Nº	Descripción	Frecuencia	Ponderado
P1	Deficiente planificación	21	19.4%
P2	Presencia de alertas de tormentas	24	22.2%
P3	Demora en la respuesta a consultas hechas al área de ingeniería	5	4.6%
P4	Retrasos en el abastecimiento de insumos para la fabricación	8	7.4%
P5	Retrasos en las liberaciones por parte de calidad y topografía	10	9.3%
P6	Problemas de comunicación	5	4.6%
P7	Observaciones de seguridad	24	22.2%
P8	Falta de personal	7	6.5%
P9	Otros	4	3.7%
Total		108	100%

Los cuales fueron ordenados en categorías de mayor a menor, y continuar con la elaboración del Diagrama de Pareto.

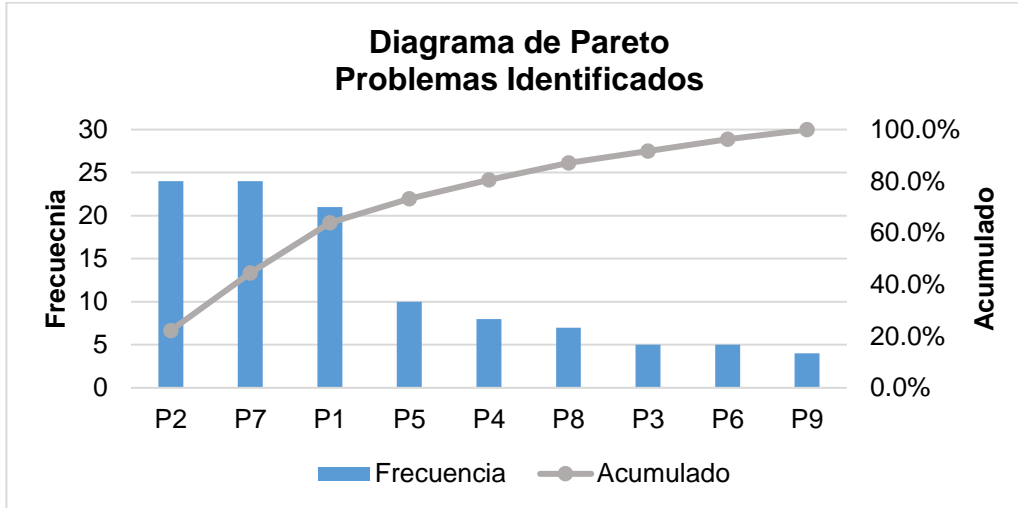


Figura 1. Diagrama de Pareto de los problemas

Se puede observar que el 69.3% de las observaciones recolectadas están concentradas en los problemas P2, P7 y P1. La presente investigación se enfocará en la solución del problema P1 “Deficiente planificación” mediante la aplicación del Estudio de Métodos en el proceso de armado de tanque de acero.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿La aplicación del estudio de métodos incrementará la productividad en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿La aplicación del estudio de métodos incrementará la eficiencia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica?

- ¿La aplicación del estudio de métodos incrementará la eficacia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Incrementar la productividad en el proceso de armado de tanques de acero con la aplicación del estudio de métodos en una empresa metalmeccánica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Incrementar la eficiencia en el proceso de armado de tanques de acero con la aplicación del estudio de métodos en una empresa metalmeccánica.
- Incrementar la eficacia en el proceso de armado de tanques de acero con la aplicación del estudio de métodos en una empresa metalmeccánica.

1.4. Justificación e importancia

Según Hernández et al. (7), se consideran los siguientes criterios:

1.4.1. Conveniencia

La ejecución de la presente investigación permitirá aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera de ingeniería industrial, enfocándose en el estudio de métodos.

1.4.2. Relevancia Social

Con el empleo del estudio de métodos, se contribuye a mejorar la forma y las condiciones en las que se desarrollan las actividades en el proceso de armado de tanques de acero, además el incremento de la productividad

maximizará los beneficios monetarios percibidos para la empresa que a su vez repercutirá en los empleados y trabajadores del proyecto.

1.4.3. Implicaciones prácticas

La investigación permitirá incrementar la productividad de la línea de producción de tanques de la empresa metalmecánica, así como maximizar los beneficios esperados.

1.4.4. Valor teórico

La investigación pretende sugerir ideas, recomendaciones e hipótesis que puedan servir para la aplicación del estudio de métodos en la fabricación de tanques para futuras investigaciones.

1.5. Hipótesis y variables

1.5.1. Hipótesis general

- HGo: La aplicación del estudio de métodos no incrementará la productividad en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmecánica.
- HG: La aplicación del estudio de métodos incrementará la productividad en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmecánica.

1.5.2. Hipótesis específicas

- HE1: La aplicación del estudio de métodos incrementará la eficiencia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmecánica.

- HE2: La aplicación del estudio de métodos incrementará la eficacia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica.

1.5.3. Variables e indicadores

Las variables e indicadores de la investigación se presentan a continuación:

Tabla 4. Variable e Indicadores

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	NIVEL DE MEDICIÓN
Independiente: Proceso de armado de tanque de acero	Forma parte del proceso de fabricación de un tanque de acero y consiste en el armado y soldeo de las diferentes partes prefabricadas en taller según lo detallado en la ingeniería.	La variable será examinada a través del estudio de métodos, lo que permitirá la optimización del proceso de armado de tanque de acero, definiendo el método actual para luego proponer y evaluar un método mejorado.	<ul style="list-style-type: none"> • Previos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Recepción del área ○ Traslado de materiales pre fabricados ○ Recepción y descarga de materiales en terreno 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumatoria de actividades tipo operación de previos • Sumatoria de actividades tipo traslado de previos • Sumatoria de actividades tipo espera de previos • Sumatoria de actividades tipo inspección de previos • Sumatoria de actividades tipo almacenamiento de previos 	Discreta
				<ul style="list-style-type: none"> • Sumatoria de tiempos de ejecución de previos 	Continua
Dependiente: Productividad	"Es el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados" (9 p. 9)	Será medido a través de la relación existente entre la eficiencia y la eficacia dentro del proceso de fabricación de tanques.	<ul style="list-style-type: none"> • Montaje de tanque: <ul style="list-style-type: none"> ○ Montaje de fondo de tanque ○ Montaje de facilidades ○ Montaje de casco de tanque ○ Montaje de silletas de anclaje, boquillas y soportes 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumatoria de actividades tipo operación de montaje de tanque • Sumatoria de actividades tipo traslado de montaje de tanque • Sumatoria de actividades tipo espera de montaje de tanque • Sumatoria de actividades tipo inspección de montaje de tanque • Sumatoria de actividades tipo almacenamiento de montaje de tanque 	Discreta
			<ul style="list-style-type: none"> ○ Montaje estructura de soporte de techo ○ Armado de planchas de techo ○ Preensamble y montaje de escalera y barandas ○ Montaje de regleta 	<ul style="list-style-type: none"> • Sumatoria de tiempos de ejecución de montaje de tanque 	Continua
			Eficiencia	Eficiencia= (Capacidad usada/Capacidad disponible)	Razón
			Eficacia	Eficacia= (Producción real/Producción programada)	Razón

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

En la investigación “Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en proyectos de construcción” de Pinto de la Sota Navarro (10), enfocó su estudio en la aplicación de la filosofía Lean Construction, con la aplicación del Sistema Last Planner no solamente como herramienta para la planificación a corto plazo sino en un sentido más amplio considerando todo el sistema de producción, con la finalidad de desarrollar y validar una metodología de evaluación que permita identificar el estado actual del Diseño de Sistema de Producción (DPS) y mejorarlo en torno empresas

constructoras chilenas. Concluyó que en los proyectos de construcción no existe una manera formal de Sistema de Producción, y en algunos casos se sigue trabajando bajo la filosofía tradicional de producción. Sin embargo, se demostró que, con la aplicación de la metodología planteada en un proyecto real desde su fase inicial, se mejoró el desempeño y control de las actividades planificadas.

En la investigación “Estudio para incrementar la productividad en la línea de producción de piezas troqueladas” de Llanes (11), centró su análisis en una de las líneas de producción de la empresa, denominada BKS. Ello debido a que esta línea presentaba mayor cantidad de retrasos y volumen de producción. Este estudio inició con el análisis situacional del proceso empleando diferentes herramientas de Manufactura Esbelta, lo que permitió identificar las diferentes oportunidades de mejora dentro de la línea de producción seleccionada. A partir de ello se presentaron cuatro propuestas, así como la implementación de una serie de indicadores de productividad que permitirán identificar la existencia de alguna desviación en la línea de producción. Finalmente se obtuvo el incremento en la producción mensual de 40 lotes adicionales, considerando la implementación de las propuestas realizadas.

La investigación “Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo - Clásicos de Dama - en la empresa de calzado Caprichosa

para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación” de Alzate y Sánchez (12), considera la aplicación del estudio de métodos para determinar el método de producción actual, así como el tiempo estándar de producción, debido a que la empresa no contaba con ningún estudio precedente como referencia. En el método actual se pudo observar que el tiempo por ciclo de producción era muy elevado, así como la existencia de cuellos de botella en algunas estaciones de trabajo, también se identificó el uso de herramientas e instrumentos inapropiados para la ejecución de las tareas. A partir de ello, se estableció un método mejorado con el que se disminuyó el tiempo por ciclo en la línea de producción y se incrementó la eficiencia de la planta.

La investigación “Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa CINSA YUMBO” de Martínez (13), enfoca su propuesta en mejorar la productividad en la línea de producción de cilindros, por encargo de la gerencia de la empresa. Los principales problemas detectados son la ausencia de parámetros de producción, cuellos de botella, desbalance de la línea de producción y una deficiente planeación de la producción. Frente a estos problemas empleó la metodología del estudio de trabajo para esbozar el método actual de fabricación y de esta manera establecer el tiempo estándar de fabricación, así como el diagrama de flujo del proceso. Así mismo, se identificaron las

estaciones de trabajo que generaban cuellos de botellas, dato que sirvió para realizar el balanceo de la línea de producción. Por otro lado, se establecieron indicadores que permitan evaluar el cumplimiento de la producción. Sin embargo, no se llegó a implementar las mejoras propuestas en el método mejorado debido a que la empresa indicó que no se debía de modificar el método de trabajo actual por indicación de su planta matriz.

La investigación “Estudio de métodos, tiempos, movimientos y cálculo de la capacidad de producción en el área de bobinado de la empresa ECUATRAN S.A” de Zamora (14), surge a partir de la necesidad de actualizar los tiempos reales de fabricación de la sección de bobinado y núcleos de la empresa ECUATRAN. Para ello se realizó el relevamiento de la información considerando un periodo de seis meses, estableciendo el tiempo estándar de fabricación en base a los datos obtenidos por muestreo de las operaciones dentro del área de bobinado, con el empleo de cursogramas sinópticos, diagramas bimanuales y flujos de procesos para cada tipo de transformador. Así mismo, se pudo comprobar que existe una relación directa entre el tiempo empleado para la elaboración de una bobina tomando en consideración la potencia del transformador, puesto que a mayor potencia se emplea mayor tiempo en la elaboración de la bobina. También se logró establecer la cantidad de producción por turno, siendo esta información muy valiosa para las áreas de control y administrativas.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En la investigación “Aplicación de la ingeniería de métodos para incrementar la productividad de la línea de producción de embolsado de concreto de la empresa CONCREMAX SA” de Doroteo (15), empleó un tipo de investigación aplicada, de enfoque cuantitativo y nivel explicativo. Concluyendo con el incremento de un 27% de la productividad, pasando del 71% a 90%, a través de la aplicación de la ingeniería de métodos; producto de la reducción de los traslados innecesarios y el tiempo de ejecución de las actividades de embolsado de concreto.

En la investigación “Mejora en gestión de la calidad para incremento de productividad aplicando 5S en empresa de químicos para industria textil” de Moreno y Rojas (16), se empleó una metodología cuantitativa, del tipo cuasi experimental. Concluyendo con el incremento de la productividad en dos tipos de productos considerando la dimensión de personal y energía.

León y Vergara (17), en el estudio realizado de “Aplicación de las herramientas del estudio de métodos para incrementar la productividad en el molino el Comanche SRL” consideraron un diseño experimental. Enfocando su investigación en el proceso de despicado de arroz, luego de haber realizado un análisis situacional. En dicha investigación lograron determinar el tiempo estándar de producción, así como el incremento de la

productividad en el proceso antes mencionado luego de la implementación de las herramientas de estudio de métodos.

La investigación “Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz” de Collado y Rivera (18), basaron su análisis en el proceso de mantenimiento preventivo de vehículos de la marca Ssangyong de un taller mecánico, empleando herramientas como el diagrama de Pareto, análisis causa raíz, la ingeniería de métodos y la técnica de las 5 S's. Enfocando sus esfuerzos en lograr el incremento de la productividad de los mecánicos en la atención en almacén, así como en la atención de vehículos.

En la investigación “Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de mototaxis aplicando metodologías de las 5 S's e ingeniería de métodos” de Acuña (19), identificó considerables oportunidades de mejora a lo largo de cada uno de los procesos relacionados a la fabricación de estructuras de mototaxis con el empleo de diferentes herramientas. Todo ello enfocado al incremento de la productividad en la producción, y el establecimiento de nuevos métodos que le permitirán a la empresa mejorar el tiempo de producción por ciclo, lo que impactará positivamente en la cantidad de producción mensual, así como en lograr satisfacer la demanda existente. Así mismo, realizó una

serie de recomendaciones en cuanto a planificación, calidad y producción basados en la investigación realizada.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Estudio de Métodos

El estudio de métodos comprende el análisis de los métodos de fabricación de un producto, con el fin de desarrollar mejoras que permitan el incremento de la productividad. Kanawaty (3), plantea ocho pasos o etapas para la aplicación del estudio de métodos, estos se muestran a continuación:

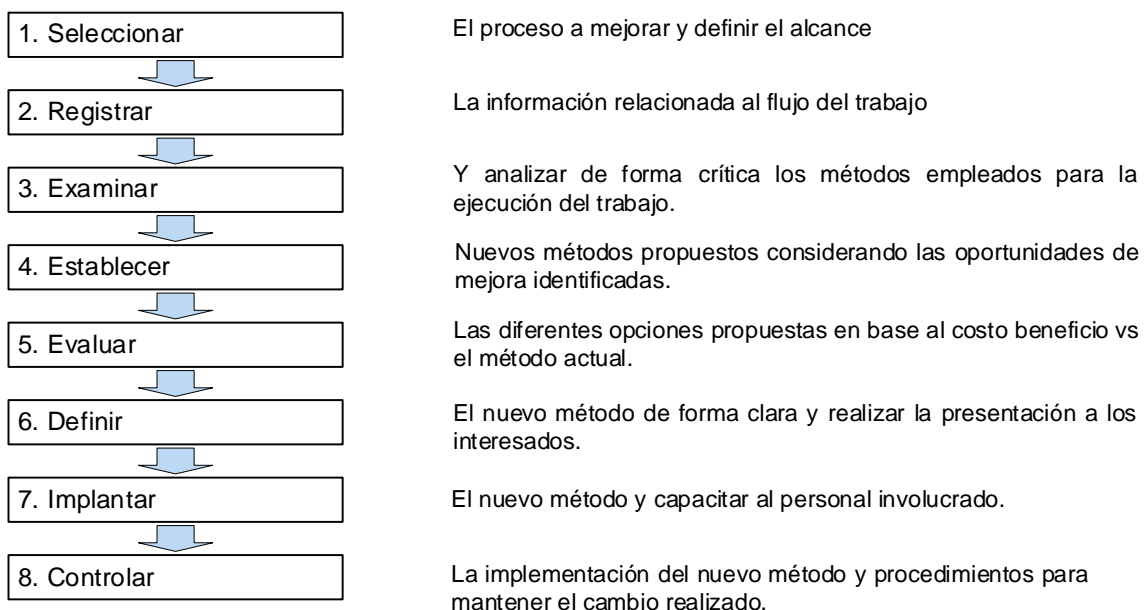


Figura 2. Etapas de la aplicación del Estudio de Métodos

Nota: "Introducción al estudio del trabajo", por Kanawaty.1996.

2.2.1.1. Registrar

Una vez seleccionado el trabajo a estudiar, la siguiente etapa para la aplicación del estudio de métodos es el registrar todos los hechos relacionados al método de trabajo existente. Esta etapa es crítica debido a que el nivel de exactitud y veracidad de la información recopilada servirá como base para los siguientes pasos, que son el examinar de forma crítica e idear el método mejorado.

Kanawaty (3), plantea el uso de diagramas y gráficos estandarizados que permitan registrar los hechos de tal forma que sean comprendidos por todos los interesados y reduzca la dificultad de la recolección. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra las categorías de gráficos y diagramas:

Tabla 5. Cuadro, gráfico y diagramas de uso más común en el estudio de métodos

Categoría	Descripción
A. Cuadros	Que indican la SUCESIÓN de hechos Cursograma sinóptico del proceso Cursograma sinóptico del operario Cursograma analítico del material Cursograma analítico del equipo Diagrama bimanual Cursograma administrativo
B. Gráficos	Con ESCALA DE TIEMPO Diagrama de actividades múltiples Simograma
C. Diagramas	Que indican MOVIMIENTO Diagrama de recorrido o de circuito Diagrama de hilos Ciclograma Cronociclograma

Nota: Tomado de Kanawaty, 1996, p.84.

Una vez seleccionados los tipos de gráficos y diagramas a utilizar, se procederá a realizar el levantamiento de los hechos relacionados al método de trabajo actual.

2.2.1.2. Examinar

En esta etapa se examinará de forma crítica los datos registrados. Kanawaty (3), plantea el uso de la técnica del interrogatorio, el cual es un medio para realizar un examen crítico, utilizando una serie sistemática y progresiva de preguntas direccionadas a cada actividad. Considera además dos grupos de preguntas: preguntas preliminares (primera fase) y preguntas de fondo (segunda fase).

Las preguntas preliminares tienen el objeto de indagar sobre el propósito, el lugar, la sucesión, la persona y los medios con los que se ejecutan las actividades. A continuación, se muestra en la Tabla 6 con la serie de preguntas a realizar:

Tabla 6. Preguntas preliminares

Motivo	Preguntas Preliminares	Objeto
Propósito	¿Qué se hace en realidad? ¿Por qué hay que hacerlo?	ELIMINAR partes innecesarias del trabajo
Lugar	¿Dónde se hace? ¿Por qué se hace allí?	COMBINAR siempre que sea posible
Persona	¿Quién lo hace? ¿Por qué lo hace esa persona?	ORDENAR de nuevo la sucesión de las operaciones para obtener mejores resultados.
Medios	¿Cómo se hace?	SIMPLIFICAR la operación.

¿Por qué se hace de ese modo?

Nota: Tomado de Kanawaty, 1996, p.98.

Las preguntas de fondo se muestran en la , estas corresponden a la segunda fase de la técnica del interrogatorio, sirven para profundizar y detallar las preguntas preliminares con el objetivo de mejorar el método actual.

Tabla 7. Preguntas de fondo

Motivo	Preguntas Preliminares
Propósito	¿Qué otra cosa podría hacerse? ¿Qué debería hacerse?
Lugar	¿En qué otro lugar podría hacerse? ¿Dónde debería hacerse?
Sucesión	¿Cuándo podría hacerse? ¿Cuándo debería hacerse?
Persona	¿Qué otra persona podría hacerlo? ¿Quién debería hacerlo?
Medios	¿De qué otro modo podría hacerse? ¿Cómo debería hacerse?

Nota: Tomado de Kanawaty, 1996, p.99.

Kanawaty (3), sostiene que estas preguntas deberán de combinarse, primero los dos preliminares y luego las dos de fondo de cada tema, para obtener una lista completa. Luego deberán de realizarse en ese orden.

2.2.1.3. Establecer

El siguiente paso tiene como objetivo la concepción del método perfeccionado en base al análisis crítico realizado con la técnica del interrogatorio, que brindará un panorama general sobre las deficiencias del método actual y las diferentes posibilidades de método perfeccionado. Para ello se deberá de investigar también otros aspectos que permitan mejorar el método actual, como la optimización del diseño del producto, uso adecuado de materia prima, manipulación apropiada de materiales, entre otros; que permitan un incremento del tiempo productivo y reduzca la cantidad de actividades que no generan valor dentro del proceso de fabricación del producto. Finalmente, el método perfeccionado deberá de registrarse en un diagrama que permita la comparación entre el método actual versus el método perfeccionado, según lo plantea Kanawaty (3).

2.2.1.4. Evaluar

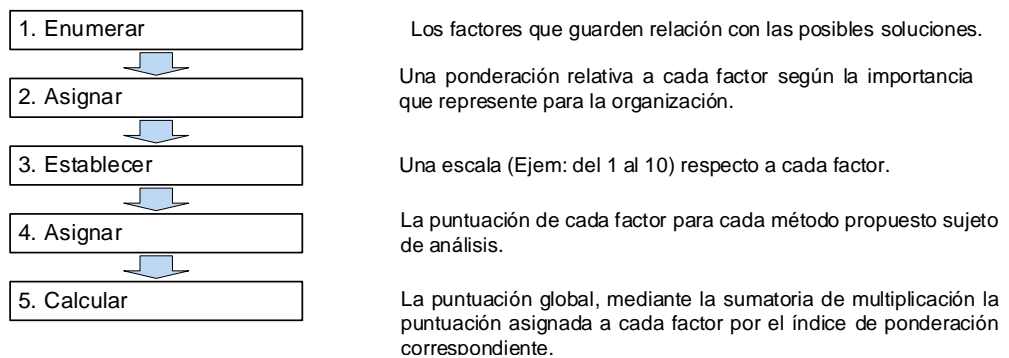
En esta etapa se realizará la evaluación del nuevo o nuevos métodos propuestos en la etapa de establecer, con el fin de evaluar cada uno de ellos en torno al impacto que puedan generar, considerando también factores establecidos por la gerencia o área responsable, sumado a un análisis económico. Además, se debe considerar un

análisis cualitativo de los beneficios o desventajas que pueda generar el nuevo método.

También es importante que en esta etapa participen activamente los directores y/o supervisores del área o proceso afectado, debido a que es necesario que ellos brindan su punto de vista y realicen una valoración expresada en puntuaciones y ponderaciones de los factores que consideren importantes a la hora de elegir un nuevo método de trabajo.

El criterio por emplear para la elección del nuevo método será el de puntuaciones y ponderaciones según se menciona en el párrafo anterior. Kanawaty (3), indica que se debe de seguir los siguientes pasos:

Figura 3. *Pasos para seguir del Estudio de Métodos*



Nota: "Introducción al estudio del trabajo", por Kanawaty.1996.

Los resultados de la evaluación deben de estar considerados en un informe que siga la regla “ABC” – Acertado, Breve y Claro. Según Kanawaty (3) el “Objetivo del informe es resumir la investigación, presentar las conclusiones, aportar datos de evaluación y formular recomendaciones apoyadas en el contenido” (p. 163).

2.2.1.5. Definir

Una vez realizada la evaluación del método o métodos mejorados propuestos, es importante definir detalladamente el método mejorado escogido.

Kanawaty (3), señala que el correcto llenado de la hoja de instrucciones del operario relacionada al nuevo método escogido ayudará a su implementación, considerando que:

- Deja constancia del método mejorado, debiendo estar al alcance de los interesados en caso exista alguna consulta.
- Puede utilizarse para explicar a los interesados sobre los cambios realizados al método de trabajo anterior, facilitando la formación y adiestramiento sobre el nuevo método.

2.2.1.6. Implantar

Para la etapa de implantación del método según Kanawaty (3) se subdivide en 5 fases:

- Alcanzar la aprobación de la gerencia.

- Lograr la aceptación del cambio por el encargado del área afectada.
- Conseguir que el personal de mano de obra directa involucrado acepte el cambio.
- Capacitar a los trabajadores sobre el nuevo método.
- Hacer seguimiento de la implantación del nuevo método hasta que se ejecute como está previsto.

En esta etapa se debe de tener especial cuidado con el personal que se verá impactado por el nuevo método, ya que deben ser partícipes de todo el proceso, por lo que deben tener pleno conocimiento de los cambios que se van a realizar. Además, se debe generar un ambiente propicio para que cualquier miembro del equipo de trabajo pueda realizar alguna sugerencia, que sea sujeta a evaluación y se introduzca en el nuevo método siempre y cuando sea posible. Ello incrementará los niveles de confianza frente al equipo de trabajo, ganando su respeto y dando a entender que se está para ayudarlos. También se debe de considerar la curva de aprendizaje por la cual deben de atravesar el personal, ya que en una etapa inicial de la implementación es probable que se reduzca la productividad hasta alcanzar los niveles esperados luego de varios ciclos de tareas realizadas.

2.2.1.7. Controlar

Según Kanawaty (3), “La sustitución de un método por otro debe de planificarse y controlarse” (p. 169). Esta etapa consiste en realizar el seguimiento del cumplimiento de todas las actividades relacionadas a la implementación del nuevo método, tomando en consideración un cronograma de actividades que deben de cumplirse. Para ello se deberá fijar una fecha de inicio de la implementación; esta fecha deberá de ser consultada con cada uno de los involucrados.

Una vez implementado el método es importante mantenerlo en uso como lo plantea Kanawaty, monitoreando que se siga según lo establecido, y evitar que se regrese al método anterior o se introduzcan cambios no previstos.

2.2.2. Productividad

Gutiérrez (20), sostiene que “la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (p.21).

Por otro lado, Kanawaty (3), define a la productividad como la relación entre producción e insumo. Además, sostiene que esta puede estar afectada por factores externos (disponibilidad de materia prima y mano de obra calificada, políticas de gobierno, disponibilidad de capital, entre otros) y

factores internos (terrenos y edificios, materiales, energía, máquinas y equipos, recursos humanos). Concluye que la utilización de estos factores agrupados determinará la productividad de la empresa.

García Criollo (9), define a la productividad como “el grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles para alcanzar objetivos predeterminados” (p. 9). Además, plantea que el primer paso en el estudio de la productividad es identificar aquellos factores que determinan la misma, y a partir de ello proponer el cómo incrementarla. Este incremento se ve expresado en los índices de productividad, que están determinados a través de la relación producto e insumo.

A la vez, indica que existen tres formas de incrementar teóricamente dichos índices:

- “Aumentar el producto y mantener el mismo insumo,
- Reducir el insumo y mantener el mismo producto,
- Aumentar el producto y reducir el insumo simultánea y proporcionalmente”.

Hace mención también, que la productividad no es una medida de la cantidad de producto fabricado, sino más bien indica el grado con que se han empleado y combinado los recursos disponibles para la obtención de los resultados deseados. Por lo que plantea que la productividad puede ser medida según el punto de vista, de la siguiente manera:

$$1^{\circ} = \frac{\textit{Producción}}{\textit{Insumos}}$$

$$2^{\circ} = \frac{\textit{Resultados logrados}}{\textit{Recursos empleados}}$$

En consecuencia, se puede concluir que la productividad es el cociente de lo producido o logrado sobre los insumos o recursos empleados, siendo este un indicador base que nos permitirá medirnos para poder incrementar los beneficios esperados.

En esta investigación se emplea la forma de incremento de productividad “Reducir el insumo y mantener el producto”; considerando que, lo que se va a producir es un tanque único, por lo que no entraría a tallar el aumento de lo producido. Además, el enfoque a utilizar para medir la productividad será lo producido sobre lo insumido, considerando como producción los kilogramos de acero producidos (que también puede ser expresado como horas hombre ganadas) y las horas hombre empleadas como lo insumido.

2.2.2.1. Importancia.

La productividad es un término que se usa a todo nivel ya sea en el gobierno, sociedad y empresa. Y esta afecta en gran medida a cada uno de ellos, debido a que forman parte de un mismo sistema en el cual operan todos de forma interdependiente.

Por ejemplo, consideremos el incremento de la productividad de una empresa; ello ocasiona el aumento de las utilidades percibidas por los

trabajadores, quienes tendrán mayor capacidad de gasto y ahorro, mejorando de esta manera su calidad de vida. Por otro lado, la empresa al percibir un nivel mayor de utilidades podrá reinvertir dicho dinero en nueva tecnología y mejora de métodos para el incremento de la productividad y reducción de costos, en la expansión del negocio, en el incremento de salarios, entre otros. Todo ello impacta positivamente a nivel de sociedad, considerando una oferta de productos de calidad y a precios justos, además de promover esta situación el sostenimiento e incremento del empleo. A nivel de gobierno ello impacta positivamente al contribuir al desarrollo económico del país, mejorando sus indicadores de productividad, además de mejorar su capacidad de recaudación de impuestos, que le permitirá poder invertir en proyectos que brinden condiciones adecuadas para incrementar la productividad (21).

Es por ello por lo que la productividad, más aún su incremento debe ser considerado como una meta permanente en el quehacer diario de las empresas para obtener el máximo provecho de los recursos disponibles ya sean terrenos y edificios, materiales, máquinas y equipos, recursos humanos, entre otros; para la obtención de bienes o servicios que generen beneficios a todas las partes involucradas.

2.2.2.2. Indicadores

2.2.2.2.1. Eficiencia.

García (9), “define a la eficiencia como la forma en que se usan los recursos de la empresa ya sean humanos, materia prima, tecnológicos, materiales o equipos” (p. 9).

La eficiencia está determinada por el nivel de provecho de la utilización de los recursos.

$$\% \text{ de Eficiencia} = \left(\frac{\text{Capacidad usada}}{\text{capacidad disponible}} \right) \times 100$$

$$\text{Capacidad usada} = (\text{Capacidad disponible} - \text{tiempo muerto})$$

2.2.2.2.2. Eficacia

García (9), “define a la eficacia como el grado de cumplimiento de los objetivos, metas o estándares, entre otros” (p. 9).

La eficacia viene a complementar el concepto de eficiencia, ya que además de considerar la optimización en el uso de recursos también se debe de considerar aspectos como cumplimiento de planificación de avance programado, cumplimiento de producción programada, cumplimiento de los requisitos de calidad, entre otros.

$$\% \text{ de Eficacia} = \left(\frac{\text{Producción Real}}{\text{Producción Programada}} \right) \times 100$$

2.2.3. Armado de tanques de acero

Es el proceso de instalación del tanque de acero para su funcionamiento, para ello complementa dos acciones: el montaje y la soldadura. Inicia con el trazado y montaje de placas de la base del tanque para luego preparar un procedimiento de soldadura siguiendo las especificaciones que se requieren para dicho proceso y así iniciar el soldeo, de esta manera se sigue secuencialmente con las demás partes, es decir se realiza el trazo, el armado y se procede a soldar cada elemento del tanque (22).

Para el armado es necesario estar en constante revisión con los dibujos e ingeniería, para evitar fallas en la operación. Como actividad inicial se debe de preparar el área donde se instalará el tanque, tener un control de los tiempos de ejecución y verificar que las partes y componentes estén en condiciones adecuadas. Además, se debe especificar el proceso con el fin de que la soldadura se realice en base a lo proyectado (23).

Para efectuar la soldadura específica y la prueba de que la soldadura se puede aceptar, se considera tres aspectos:

- Una especificación escrita que describe las condiciones implicadas.

- Una descripción de la unión soldada y una tabla que da los parámetros de la soldadura.
- Una hoja de información que muestre los resultados de las pruebas de las soldaduras y que afirma que cumplan con los requisitos.

2.2.3.1. Tipos de soldeo

En base al establecimiento del código API 650, los tanques se pueden soldar con los siguientes procesos (24):

- SMAW. Electrodo revestido: Es una técnica de soldeo caracterizada por el uso del arco eléctrico. La unión de las piezas se debe a la generación de calor por el arco eléctrico en la superficie de la pieza y un electrodo de metal que al fundirse permita una sólida unión entre las piezas.

El proceso de soldadura SMAW inicia con el encendido del arco, seguido el trazo del cordón de soldadura, el largo del arco debe ser lo menos invariable, que dependiendo del espesor del electrodo debe de estar entre 2-4 mm. Para el refuerzo de la soldadura se debe de realizar más cordones semejantes al primero, con una separación de 8 a 10 mm. El buen avance de la soldadura va a depender de la distribución uniforme de calor.

- GMAW. MIG: Es un proceso de soldadura semiautomática mediante el empleo de una pistola manual, en la cual la herramienta suministra

el electrodo de manera continua. Que, a diferencia del método anterior, no se requiere el recargue de la pistola con una nueva varilla. La aplicación de este método puede darse de tres maneras: (a) semiautomática, puesto que requiere de un manejo manual de la pistola y la medición, del voltaje y amperaje de manera automática; (b) Automática, la actividad del operario es limitada a tareas mínimas como reajuste de parámetros o movimientos, ya que para este tipo de soldeo se incorpora una boquilla automatizada, (c) Robotizada, no se requiere la intervención del operario más que para supervisión, este método es muy común en los procesos industriales.

- GTAW.TIG: Para este proceso se usa un electrodo de tungsteno, no consumible. Una de las ventajas de este método es que no produce escoria, el procedimiento puede realizarse de dos maneras: manual y automática. Su uso para piezas con densidades finas es óptimo, por lo que se le denomina este método de alta eficiencia (25).
- OFW. Oxigas: El proceso de soldeo se realiza mediante la producción de calor a base de la combustión de gases de oxígeno-acetileno u oxígeno-propano, lo que excluye en parte la utilización de algún material de aporte. No es recomendable su uso para piezas de alta densidad por ser de mayor costo.

- FCAW. Electrodo tubular (Flux cored): Es un procedimiento que combina la soldadura manual SMAW, la soldadura con protección gaseosa GMAW y del arco sumergido SAW. Para este proceso se debe de contar con un arco eléctrico y el charco de soldadura, además se usa un gas con el fin de proteger el metal líquido cuando el arco ese encendido.
- SAW. Arco sumergido: Es un proceso de soldeo efectivo para espesores de 5 mm a más, dadas sus características de penetración y protección al medio ambiente con la incorporación del fundente que cubre en la totalidad del arco eléctrico. Este método es útil para la unión de piezas en posiciones planas y horizontales.
- ESW. Electro escoria. Este procedimiento es útil para piezas de mayores espesores de 25mm con un límite de 300 mm, este método implica también el uso de un arco entre la estructura y un material de aporte, además se utiliza de un fundente, que es ubicado en las juntas, que al derretirse se desencadena un baño de escoria la cual cubre completamente las juntas. Una de las desventajas que presenta el método es la alta cantidad de energía que hace que el proceso de enfriamiento sea muy lento.
- EGW. Electro gas: Su uso es común para la unión de piezas de extremo con extremo en sentido vertical. Se emplea un electrodo que

es depositado entre las juntas, para la protección de la zona de soldeo de la escoria fundida, se utiliza gases como el dióxido de carbono, helio, argón, entre otros.

2.2.3.2. Especificaciones para el proceso de soldadura según API 650

El proceso de soldadura se debe de realizar de tal manera que se empalme cada una de las placas y no exista restos sin terminar en los bordes. Para las juntas verticales el socavado máximo aceptable es de 0.4 mm., sobre el metal base, en el caso de las juntas horizontales no debe ser mayor a 0.8 mm. Para los refuerzos se considera:

Tabla 8. Características de los refuerzos

Espesor de Lámina mm	Máximo espesor del refuerzo	
	Juntas verticales	Juntas horizontales
≤	2.5	3
> 13	3	5
> 25	5	6

Nota: Tomado de API 650, 2018.

Soldadura de Fondo

Bajo la condición de evitar las distorsiones en las superficies, la soldadura se debe ejecutar previamente al acabado de la junta de fondo, para mayor precisión las placas del cuerpo deben estar alineadas con las placas de fondo mediante el uso de grapas metálicas.

Soldadura del cuerpo

El desfase máximo permisible entre las juntas verticales es del 10% del espesor de la lámina usada, mientras que en el caso de las juntas horizontales esta cifra es del 20% del espesor de la lámina superior. Para las juntas circunferenciales y verticales con materiales del cuerpo mayor a 38 mm se deben soldar con pases múltiples.

Soldadura cuerpo-fondo

Este proceso inicia necesariamente con una inspección de dichas áreas antes de soldar, bajo los siguientes métodos:

- Partículas magnéticas
- Aplicando a la soldadura líquidos penetrantes removibles con solvente o agua.
- Aplicando a la luz entre fondo y el cuerpo por el otro lado de la soldadura un aceite de alto punto de ignición como medio para verificar alguna filtración.
- Verificación con la caja de vacío del ángulo recto y solución jabonosa.

2.2.3.3. Inspección del proceso de soldadura

El control de calidad del proceso de las juntas de soldadura se debe de ejecutar en las siguientes actividades:

- Soldadura a tope: Para este procedimiento se requiere de un empalme correcto entre las juntas de las láminas, su inspección debe ser hecha mediante el método radiográfico y criterio visual.
- Soldadura de filete: La inspección es visual y debe de ejecutarse sin la presencia de restos en el área a revisión.

Las inspecciones reducen a un mínimo la ocurrencia de deformaciones, protuberancias y abolladuras como resultado de la soldadura.

Reparación de soldaduras

Se debe continuar con ello previo acuerdo con el comprador. Para el caso de fugas de agujeros pequeños en la junta del fondo, se puede corregir con un cordón de soldadura adicional sobre la falla identificada. Es importante recalcar que no se permite el relleno mecánico, ni realizar la soldadura a menos que las líneas de conexión estén totalmente vacías y cerradas.

2.2.3.4. Consideraciones para el armado de tanque en terreno

2.2.3.4.1. Normas y estándares aplicables

La ejecución de los trabajos y suministro de materiales relacionados a la fabricación del tanque 2840-TK-001 deberán estar enmarcados

en las especificaciones, estándares, regulaciones y códigos mostrados a continuación:

- D.S. N°005-2012-TR Reglamento de la Ley N° 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- D.S. N°024-2016-EM Reglamento de Seguridad y Salud Ocupacional en Minería.
- D.S. N°052-1993-EM Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento de Hidrocarburos.
- ANSI American National Standards Institute.
- API American Petroleum Institute.
- ASME American Society of Mechanical Engineers.
- ASTM American Society for Testing and Materials.
- CNE Código Nacional de Electricidad (Perú).
- NTP Normas y Especificaciones Técnicas Peruanas aplicables al Proyecto.
- OSHA Occupational Safety and Health Administration.
- NFPA National Fire Protection Association.

2.2.3.4.2. Documentación requerida para el montaje de tanques en terreno

Para poder realizar el montaje de tanques en terreno se requiere de la siguiente documentación:

- Memorias de cálculo del tanque y de todos los elementos estructurales asociados.
- Planos de diseño y fabricación.
- Planos de armado y montaje en terreno.
- Especificación técnica.
- Plan de calidad aprobado.
- Certificado de calidad de los materiales.
- Procedimientos aprobados de pruebas a realizar al tanque.
- Procedimientos de trabajo aprobados.
- Certificados de calibración de todos los equipos que se vayan a utilizar para el montaje (si aplicase).
- Certificado de calidad de todas herramientas y aparejos de izaje que se vayan a emplear para el montaje del tanque.

2.2.3.4.3. Consideraciones para uniones soldadas API 650

Las uniones soldadas serán conforme a la sección 5.1 de la norma API 650 (26), considerando lo siguiente:

- Uniones verticales y horizontales del casco serán del tipo butt-weld (soldadura a tope), con penetración y fusión completa por ambos lados conforme a las secciones 5.1.5.2 y 5.1.5.3 de API 650 (26).

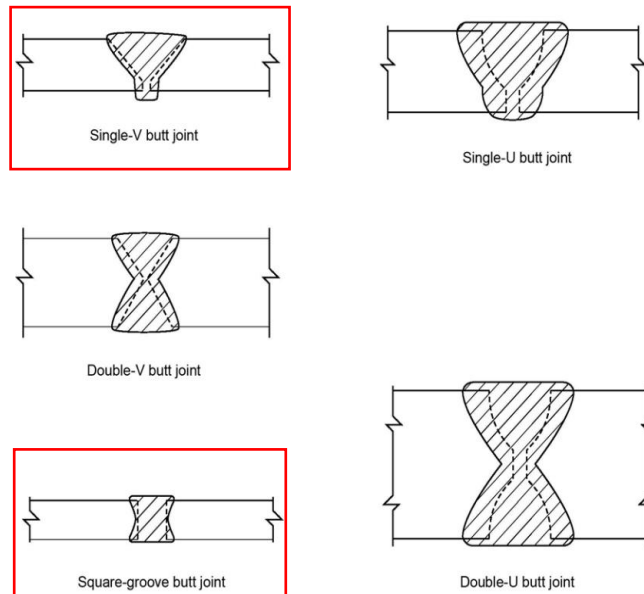


Figura 4. Juntas verticales de casco típicas

Nota: Tomado de API 650

- Con relación a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.4**, los tipos de uniones de junta vertical a emplear para el tanque 2840-TK-001 son single-V butt joint (junta a tope de bisel simple en V) para espesores de plancha de 8 milímetros y square-groove butt joint (junta a tope de bisel cuadrado) para espesores de 6 milímetros.

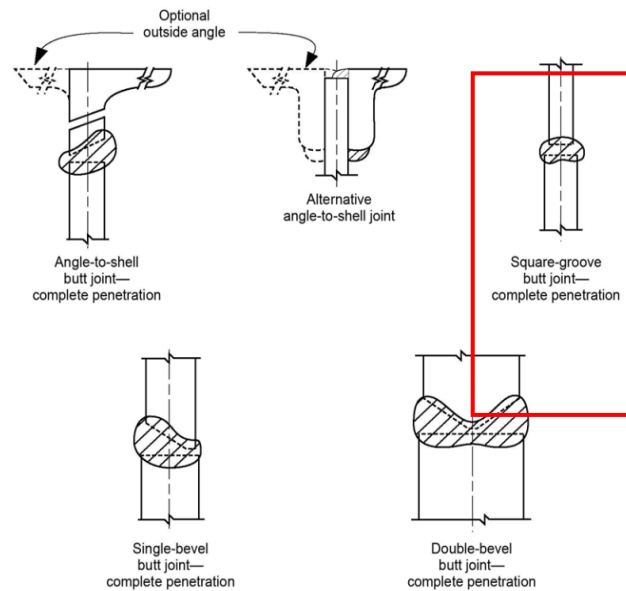


Figura 5. Juntas horizontales de casco típicas

Nota: Tomado de API 650

- Con relación a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.5**, el tipo de unión de junta horizontal a emplear para el tanque 2840-TK-001 es square-groove butt joint – complete penetration (junta a tope de bisel cuadrado - penetración completa) para espesores de plancha de 8 y 6 milímetros. Para la unión de junta horizontal de planchas de 8 y 6 milímetros se alinearán considerando a la cara interior del tanque.

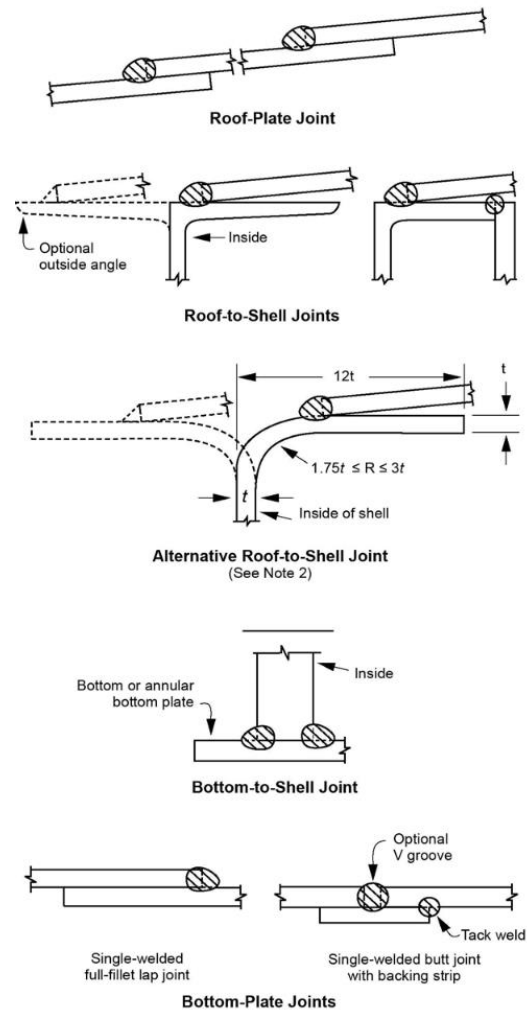


Figura 6. Juntas de fondo y de techo típicas.

Nota: Tomado de API 650

- El tipo de junta a emplear para la unión entre planchas de techo es roof-plate joints (juntas de placa de techo) traslapadas tipo filete. Para la unión de techo y casco de tanque se emplea la junta roof-to-shell joints (juntas de techo a casco), considerando que las planchas de techo asentarán sobre el ángulo de rigidez instalado en el último anillo se considera optional outside angle (ángulo exterior opcional).

- Para la unión de casco y fondo de tanque se considerará la junta botton-to-shell joint (junta de fondo a casco) a doble filete. Las juntas entre planchas de fondo serán traslapadas tipo filete. Con relación al tramo de las juntas de fondo donde asienta el casco del tanque deberá de considerarse el plegado de ese tramo.
- Todo montaje de refuerzos temporales soldados en el interior o exterior del manto o del fondo del tanque debe ser removido por medio de corte al arco y limpieza del área de impurezas.
- “No se realizará ninguna soldadura de ningún tipo cuando las superficies a soldar estén mojadas por la lluvia, la nieve o el hielo; cuando llueve o nieva sobre dichas superficies; o durante períodos de vientos fuertes a menos que el soldador y el trabajo estén debidamente protegidos” API 650 (26 p. 7)
- “Cada capa de metal de soldadura o soldadura multicapa debe limpiarse de escoria y otros depósitos antes de aplicar la siguiente capa” API 650 (26 p. 7).
- El proceso de soldadura a emplear según WPS – Welding Procedure Specification (Especificación de Procedimiento de Soldadura) aprobado por el cliente es FCAW – Flux Cored Arc Welding (Soldadura por Arco con Núcleo Fundente) de tipo semi-automático aplicable a todas las posiciones. El rango de espesor de metal base

calificado va de 1.6 mm a 18 mm. Se emplea como electrodo el alambre tubular rutílico para soldar acero al carbono Clase E-71T-1 ASME SFA 5.20 de 1.2 mm. La temperatura mínima de precalentamiento es de 10° C, si la temperatura base del metal es menor a 5° C deberá de calentarse ambos lados de la junta aproximadamente hasta 50° C antes de soldar; y la temperatura máxima entre cada pase de soldadura es de 260 °C. El gas protector de arco a emplear es el CO₂ (Dióxido de carbono), se deberá de emplear con un caudal de 15 a 30 litros por minuto.

- Con relación a las características eléctricas según el WPS aprobado para el proceso FCAW el rango de velocidad de alimentación de alambre del electrodo deberá de mantenerse entre 200 a 320 pulgadas por minuto. Además, se deberá de emplear corriente continua con un rango de amperaje que podrá variar entre 140 a 230 amperios para el primer pase y de 140 a 280 amperios del segundo pase en adelante. El rango de voltaje que se deberá de emplear para el primer pase es de 20 a 25 y de 22 a 27 para el segundo pase en adelante. El rango de velocidad de desplazamiento durante el proceso de soldeo deberá ser de 10 a 22 centímetros por minuto para el primer pase y de 11 a 48 centímetros por minuto para el segundo pase en adelante.

- Todos los soldadores deberán estar homologados y contar con su WPQR – Welder Performance Qualification Record (Registro de Calificación de Rendimiento del Soldador) que valide que han aprobado la prueba práctica correspondiente WPS aprobado.

2.2.3.4.4. Ensayos No Destructivos (NDT)

Son pruebas no invasivas que se realiza al tanque para descartar la ocurrencia de fallas en el proceso de armado, los cuales son (27):

- Líquidos penetrantes

Consiste en la aplicación de un líquido que tenga facilidad de inserción en la superficie de la pieza que se desea analizar, la finalidad de esta prueba es la identificación de fisuras. Luego de un tiempo prudente, se retira el exceso del líquido, para que con un revelador se atraiga el líquido restante hacia la fisura. Una de las desventajas del método es el tiempo, sin embargo, los resultados son efectivos.

- Prueba radiográfica

Esta prueba utiliza la radiación para hallar defectos internos de la estructura, los cuales son visualizados mediante la placa radiográfica. Su uso no es recomendable en piezas de compleja geometría.

- Inspección por ultrasonido

Mediante la introducción de ondas de alta frecuencia en la pieza de examinación se logra identificar discontinuidades en la superficie como en el área interna de la estructura. El método se basa en la discontinuidad de la densidad del material, por lo que los resultados son sensibles también a pequeñas discontinuidades.

- Prueba de vacío

Mediante el uso de una solución jabonosa y una cámara de vacío, se verifica la existencia de fugas en el tanque de almacenamiento si se observa presencia de burbujas de aire en la solución.

- Insp. Partículas magnéticas

Para la inspección se hace uso de campos magnéticos y limaduras de hierro; primero se magnetiza la estructura/pieza de examinación, para luego esparcir las partículas de hierro. Como regla se sabe que las partículas se deben de agrupar en el norte y sur de la estructura, en caso de que no ocurra ello, se confirma la presencia de una fractura.

- Prueba hidrostática

Mediante la presión con agua o un líquido no corrosivo a la estructura se comprueba la hermeticidad y soldadura.

2.3. Definición de términos básicos

2.3.1. *Tanques de almacenamiento*

Es un recipiente de uso particular para almacenamiento con una capacidad para líquidos que supera los 277 litros (60 galones US), es utilizado en instalaciones fijas, tiene el fin de proveer el producto almacenado de manera segura y libre de agentes contaminantes (28).

De acuerdo con lo mencionado, se encuentra dentro de la siguiente figura de clasificación:

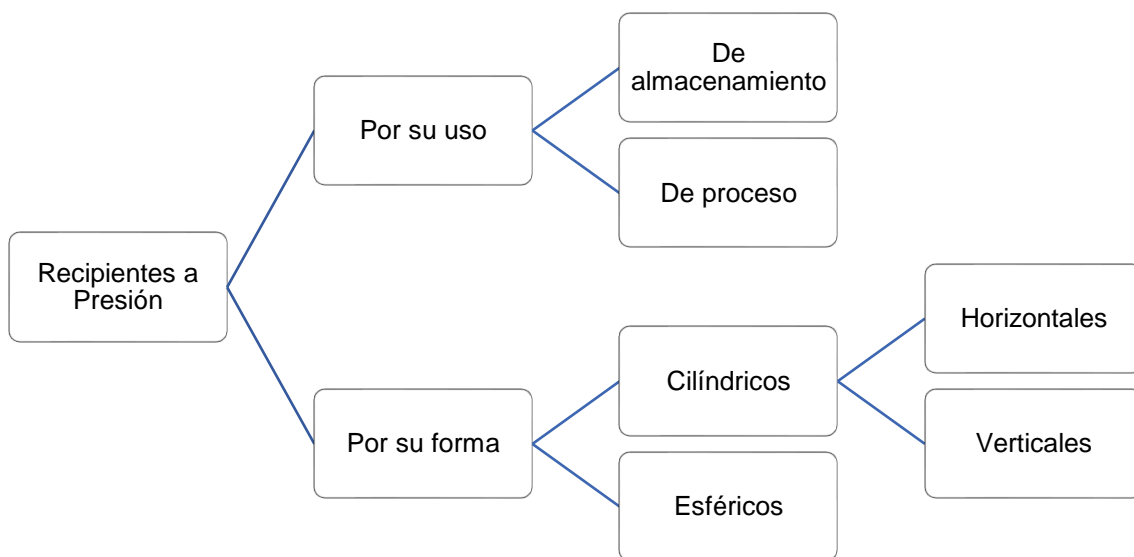


Figura 7. Clasificación de los recipientes a presión
Nota. Tomado de “Recipientes a Presión”, por Castillo.2018.

Tanques de almacenamiento verticales

De acuerdo con la Norma API 650, se trata de una estructura metálica hecha a base de planchas metálicas, sus características varían de acuerdo

a los requerimientos, contenido, clima, restricciones ambientales entre otros. Este código engloba a las estructuras para almacenamiento de fluidos y diseñados para soportar una presión de operación atmosférica menor a 18 kPa, y temperaturas máximas de 93°C.

Su uso es común en el sector minero, industrial e hidrocarburos, por la facilidad de almacenamiento, de carga y descarga; dentro de los productos almacenados se tiene a los combustibles líquidos.

Partes

De acuerdo con la Norma API 650 para la fabricación de estas estructuras, debe contar con al menos los siguientes elementos:

- Ventanillas: Orificios que permiten la salida de aire, pueden ser básicos o de funcionamiento automático, en el proceso de llenado estas ventanillas se cierran una vez que el líquido alcance el nivel requerido.
- Manholes: Abertura por la que se puede ingresar al interior de los tanques con fines de mantenimiento o inspección.
- Disco Central y Columna Central: Son el soporte de las cargas de las correas y de la carga muerta más una carga uniforme respectivamente, esta última no debe ser inferior a 1,2 kPa.
- Manholes de techo: Su funcionalidad es de monitoreo, por lo que esta abertura permite las mediciones y muestreos del contenido.

- Base de hormigón: Es la base del tanque, en el cual se apoya el peso de la estructura y su contenido, por lo que contar con esta base ayuda a evitar riesgos por hundimientos.
- Servomecanismos: Mecanismo que mide el nivel del contenido, trabaja con una precisión de 1 mm aproximadamente.
- Drenajes: Mecanismo de evacuación de la acumulación de agua en el techo.
- Techo: Estructura que debe contar con un espesor mínimo de 5 mm y soportar una carga de 1.2 kPa como mínimo en un área proyectada.
- Columnas exteriores: Elementos elaborados a fuerza axial compresiva, no debe de tener un espesor menor a 6 mm.
- Anillos de soporte: Dan forma y conservación al tanque.
- Plataformas, pasadizos y escalinatas: Complementos que permiten el acceso y verificación de la estructura, en particular el techo.
- Cartelas: Placas de soporte de las cargas, sirven de empalme entre las correas y el cuerpo del tanque.

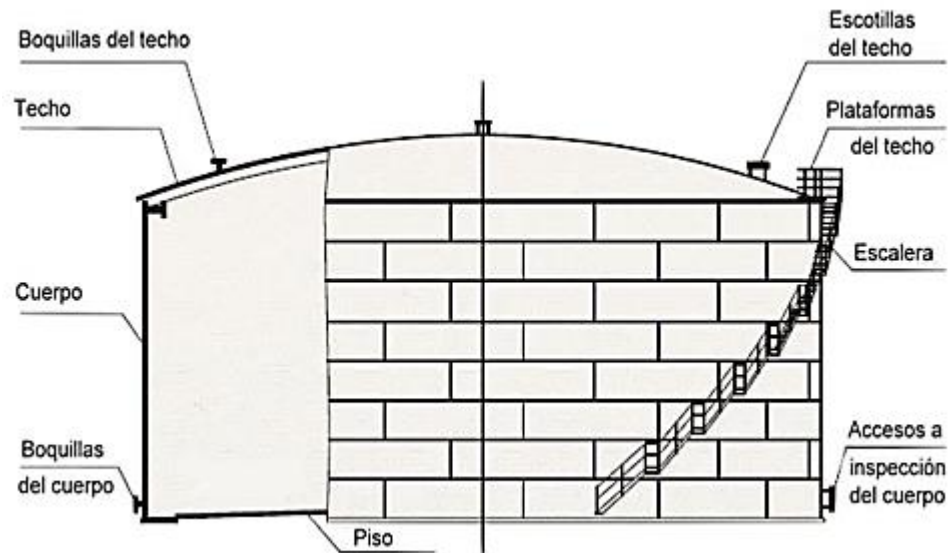


Figura 8. *Partes de un tanque vertical*
 Nota. Porex Group

2.3.2. **API 650**

Es un código que recoge los requerimientos mínimos para el diseño, fabricación, instalación, materiales e inspección de tanques cilíndricos verticales, no refrigerados con techo abierto o cerrado, y construidos con chapas de acero soldadas.

Esta norma no es aplicable en los siguientes casos:

- La cara de la brida más próxima al tanque es una conexión apernada.
- La rosca más próxima al tanque en reuniones roscadas.
- La primera unión soldada circunferencial para tuberías no soldadas a bridas.

Tabla 9. Clasificación del código API

Código	Descripción
API 12B	Tanques para el almacenamiento de líquidos de producción.
API 12D	Tanques desde 500 hasta 10000 barriles, soldado en campo.
API 12F	Tanques desde 90 hasta 750 barriles, soldados en planta.
API 650	Tanques atmosféricos y con presiones de gas internas de hasta 2.5 psi.
API 620	Tanques con presiones de gas internas de hasta 15 psi.

Nota: API 650

La consideración de los lineamientos que establece la norma garantiza y certifica la calidad del producto terminado, ya que al tener un alcance internacional su uso es aceptado en el sector industrial.

2.3.3. Programación de un proyecto

Es la gestión de tiempos, fechas y actividades con el fin de conseguir la culminación de un producto. Este proceso se fundamenta en la planificación de las tareas, recursos necesarios y tiempos requeridos.

Las fases para la elaboración de un proyecto

La fabricación de un tanque es un proyecto, para ello se debe de seguir una secuencia de pasos, para su ejecución cuenta con un Gerente del proyecto quien es el encargado de llevar el proyecto hasta su fin.

Las fases en la ejecución de un proyecto como la fabricación y montaje de un tanque inician con el estudio de mercadeo, para seguir con la planificación, luego el diseño de ingeniería, para pasar con la compra de

insumos, materiales y adquisición de equipos, luego de ello se realiza la construcción en sí de los elementos estructurales del tanque, ello implica el armado en terreno según sea las condiciones del convenio (22).

Gerente del proyecto es la persona encargada de la dirección, control y verificación de un proyecto, y vela por el correcto funcionamiento de las actividades planificadas. Su labor engloba el proceso de ingeniería y construcción para la entrega en perfectas condiciones de funcionamiento al cliente. Así como el requerimiento de un mínimo en costos y de tiempo, a través de una efectiva programación y delegación de responsabilidades.

Sus funciones son:

- Organizar, programar, controlar y coordinar los trabajos.
- Mantener actualizado el proyecto con el diseño y planificación inicial, ya sea en la adquisición de insumos, o en el armado en sí, considerando los cambios y arreglos que se vayan dando durante el proyecto.
- Entrega de informes
- Control de pedidos, materiales, y equipos utilizados en el proceso.
- Programación del Proyecto

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Métodos y alcance de la investigación

El enfoque de la investigación fue cuantitativo debido a que se realizó la recolección de datos con el objeto de verificar y analizar el procesamiento de los valores de tiempo, cantidades, magnitudes, y valores del proceso de armado de tanques, que de igual manera se evaluó las cifras del nivel de eficiencia, eficacia antes y después de la mejora.

El alcance considerado fue explicativo debido a que se pretende encontrar y describir las causas del problema (7).

3.2. Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue del tipo experimental, estando dentro de la categoría preexperimental. Debido a que se mide previamente a la variable dependiente – productividad (preprueba), para evaluar su variación luego de haber sido sometida al tratamiento experimental – Mejora del proceso de armado de tanques (post prueba).

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

Hernández *et al.* (7), definen a la población como un “conjunto de todos los casos que concuerdan con determinadas especificaciones” (p. 174).

La presente investigación consideró como población a todo el personal operativo (supervisor de campo, capataces y trabajadores) que participan en la fabricación de tanques para el proyecto adjudicado, además de todos los reportes de producción emitidos desde el inicio de la fabricación.

3.3.2. Muestra

“La muestra es un subgrupo del universo o población del cual se recolectan los datos y que debe ser representativo de esta” (7 p. 173).

La muestra para esta investigación fue no probabilística dado que no depende de la probabilidad, pero si del tipo de investigación y criterio del investigador (7).

Es por ello que se consideró como muestra a todo el personal operativo (supervisores de campo, capataces y trabajadores) involucrado en el proceso de armado y soldeo del tanque de acero 2840-TK-001 y 2840-TK-002, además se tomó en cuenta los reportes de producción emitidos desde el inicio de la fabricación de estos tanques diciembre 2020, hasta el mes de setiembre del 2021.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- Observación: “Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías” (7 p. 252). Permitió visualizar de manera sistemática todos los hechos relacionados con los objetivos trazados para esta investigación.
- Análisis de contenido cuantitativo: “Es una técnica para estudiar cualquier tipo de comunicación de una manera objetiva y sistemática, que cuantifica los mensajes o contenidos en categorías y subcategorías, y los somete a análisis estadístico” (7 p. 251). Se utilizó para el análisis de los reportes diarios, cuantificando toda la información que estos presenten, con el objeto de obtener el tiempo estándar de producción, el porcentaje de actividades que generan valor, la capacidad usada, la eficiencia y eficacia del proceso.
- Diagrama de análisis de proceso: “Es un diagrama que presenta un cuadro general de cómo se suceden tan sólo las principales operaciones e inspecciones”

(7 p. 86). Permitió realizar un primer levantamiento empleando la técnica de la observación con el objeto de generar un diagrama que muestre todo el proceso de fabricación de manera resumida. Esto servirá como base para continuar con un análisis más detallado del proceso.

- Diagrama de análisis del operario, material o equipo: “Es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda” (3 p. 91). Sirvió para el análisis a detalle de cada una de las actividades presentes dentro del proceso de fabricación de tanques.

- Interrogatorio: “Es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas” (3 p. 96). Posibilitó el análisis crítico de las actividades registradas como: transporte, inspección, almacenamiento, espera y operaciones; con el objeto de eliminar aquellas que no sean necesarias, combinar actividades de ser posible, ordenar la secuencia del trabajo y simplificar la operación.

CAPÍTULO IV

DIAGNÓSTICO, ANÁLISIS Y RESULTADOS

4.1 Descripción de la empresa

“La Empresa” se dedica a la ingeniería y fabricación de estructuras metálicas, así como al mantenimiento industrial y ejecución de proyectos en minería.

El tipo de estructura organizacional de la empresa es proyectizada, ya que organiza sus equipos de trabajo por proyecto, designando como líder a un gerente de proyecto, quién es la autoridad máxima dentro del mismo, disponiendo de los recursos necesarios para el logro de los objetivos trazados.

De modo que, el sistema de producción aplicado por la empresa es un “Sistema por Proyecto”, debido a que se atiende una gran variedad productos de diferentes

características, y resulta complicado normalizar la producción; debido a ello su proceso de producción debe ser flexible tanto en equipos, mano de obra y métodos. El tipo de disposición de planta empleado en el taller Arequipa de la Empresa (lugar en donde se Pre-Fabricarán diferentes elementos del tanque 2840-TK-001) recibe la denominación de Disposición por Proceso. Considerando que se posee una demanda intermitente de diferentes productos, por lo que requiere de gran flexibilidad en sus programas de producción.

Para la presente investigación, se considera el análisis de la fabricación de un solo tipo producto (tanque 2840-TK-001 y tanque 2840-TK-002); el cual, debido a sus dimensiones y peso, se fabricará en su ubicación final, por lo que se considera una disposición de planta por posición fija, considerando que los materiales, mano de obra, equipos, entre otros serán dirigidos hacia este.

4.1.1 Proyecto “Tanque de almacenamiento Diesel”

Este proyecto considera los trabajos necesarios y suficientes para la ingeniería, suministro, prefabricación de partes en taller, montaje en terreno, pintado y pruebas de los tanques 2840-TK-001 y 2840-TK-002, cumpliendo los requerimientos de la especificación técnica correspondiente.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detallan las características principales del tipo de tanque seleccionado “Tanque de Almacenamiento Diesel Mina” que corresponde a los tanques 2840-TK-001

Figura 9. *Isométrico tanque 2840-TK-001 y 2840-TK-002*
Nota: La Empresa

El esquema general del proceso de elaboración del tanque consta de cinco etapas, iniciando con la Ingeniería hasta el pintado en terreno (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

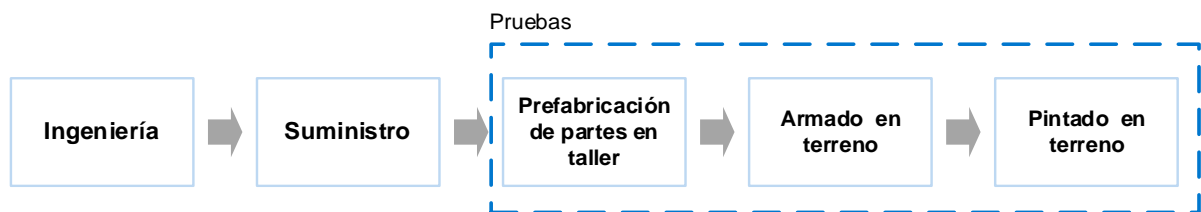


Figura 10. *Proceso de fabricación de tanque*

De acuerdo con la planificación inicial, el plazo global para culminar la fabricación de este tipo de tanque es de 6 meses, periodo que incluye el

tiempo de armado y pintado en terreno que corresponde a 4.8 meses (145 días calendario). El plazo para el armado del tanque 2840-TK-001 es de 113 días desde el 25 de diciembre de 2020 hasta el 16 de abril de 2021, y el plazo considerado para el pintado del tanque es de 32 días desde el 17 de abril de 2021 hasta el 18 de mayo de 2021.

En cuanto al tanque 2840-TK-001, se consideró el análisis del avance registrado hasta el mes de abril de 2021, periodo en el cual se reconoció un retraso de 22 días del proyecto en relación a la planificación inicial (Anexo 1 Diagrama de Gantt – Línea Base 0) y la situación real (Anexo 2 Diagrama de Gantt-seguimiento), lo que equivale a un 15.17% de retraso, como se observa en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Además, se aprecia que todas las actividades a excepción de una poseen retrasos.

Tabla 11. Línea base vs línea de seguimiento

Ítem	Descripción	Línea Base 0			Línea de Seguimiento			Retraso
		Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración (días)	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración	
	Tanque 2840-TK-001	25-dic	18-may	145	02-ene	08-jun	158	-22
	Armado en terreno	25-dic	14-abr	111	02-ene	05-may	124	-22
A1400	Armado de fondo	25-dic	9-ene	16	02-ene	17-ene	16	-9
A1410	Armado de manto	10-ene	03-marz	53	09-ene	29-marz	80	-27

Ítem	Descripción	Línea Base 0			Línea de Seguimiento			Retraso
		Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración (días)	Fecha Inicio	Fecha Fin	Duración	
A1420	Armado de techo	04-marz	21-marz	18	23-may	09-abr	18	-20
A1430	Armado de boquillas y manhole	22-marz	28-marz	7	05-abr	22-abr	18	-26
A1440	Armado de escaleras, plataformas y barandas	29-marz	09-abr	12	15-abr	28-abr	14	-20
A1470	Armado de arresta llamas	10-abr	14-abr	5	01-may	05-may	5	-22
A1480	Aplicación de grout	10-abr	11-abr	2	01-may	02-may	2	-22
	Pruebas realizadas al tanque	25-dic	16-abr	113	02-ene	07-may	126	
A1580	Líquidos penetrantes	25-dic	9-abr	106	02-ene	28-abr	117	-20
A1590	Prueba radiográfica	04-marz	11-marz	8	30-marz	06-abr	8	-27
A1600	Inspección por ultrasonido	04-marz	11-marz	8	30-marz	06-abr	8	-27
A1630	Prueba de vacío	22-marz	26-may	5	10-abr	14-abr	5	+43
A1610	Insp. Partículas magnéticas	29-marz	05-abr	8	23-abr	30-abr	8	-26
A1640	Prueba hidrostática	10-abr	16-abr	7	01-may	07-may	7	-22
	Touch up y pintura en terminación	17-abr	14-may	28	08-may	04-jun	28	-22
A1490	Pintado de tanque	17-abr	08-may	22	08-may	29-may	22	-22
A1550	Touch up	09-may	14-may	6	30-may	04-jun	6	-22
	Prueba realizada al tanque	15-may	18-may	4	05-jun	08-jun	4	
A4060	Prueba de adherencia	15-may	18-may	4	05-jun	08-jun	4	-22

En referencia al contenido de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, para los trabajos planificados en cuanto al armado y pintado en terreno, se considera un horario de trabajo de 10 horas por día y un calendario de trabajo sin feriados, ni excepciones. En el grupo de actividades “Armado de terreno”, se han considerado todas las actividades de montaje de fondo, manto, techo, boquillas, escaleras, barandas, arresta llama y aplicación de grout. En el grupo de actividades “Pruebas realizadas al tanque”, se ha considerado todas las pruebas a realizar en el tanque según lo establece la norma API 650 como inspección con líquidos penetrantes, prueba radiográfica, inspección por ultrasonido, inspección con caja de vacío, inspección por partículas magnéticas y prueba hidrostática. En el grupo de actividades “Touch up y pintura en terminación” y “Prueba realizada al tanque” se han considerado las actividades de pintado del tanque, levantamiento de observaciones y prueba de adherencia.

Gráficamente la disparidad entre los tiempos programados y la ejecución real, se evidencian en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde la curva de avance planificado se ha obtenido en base al acumulado semanal de las horas hombre presupuestadas distribuidas en el tiempo, mientras que la curva de avance real se ha obtenido en base al acumulado semanal de las horas hombre ganadas hasta la fecha de corte.

Adicionalmente, se muestra la “Dotación de personal” (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), en donde se aprecia el histograma de personal de mano de obra directa planificada y real. La cantidad de personal planificada corresponde a la mano de obra directa requerida según la Programación Línea Base 0 y la cantidad de personal real corresponde a la cantidad promedio semanal registrada en campo. A continuación, se detalla el resumen del estado del proyecto a la fecha de corte (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Tabla 12. *Resumen del estado del proyecto a la fecha de corte*

Fecha de corte	Código de Tanque	Descripción	HH Presup.	HH Ganadas	HH Gastadas	Porcentaje de Avance
30-Apr-21	2840-TK-001	Mine Truck Diesel Storage Tank	7,220.00	5,585.99	10,469.12	77.37%

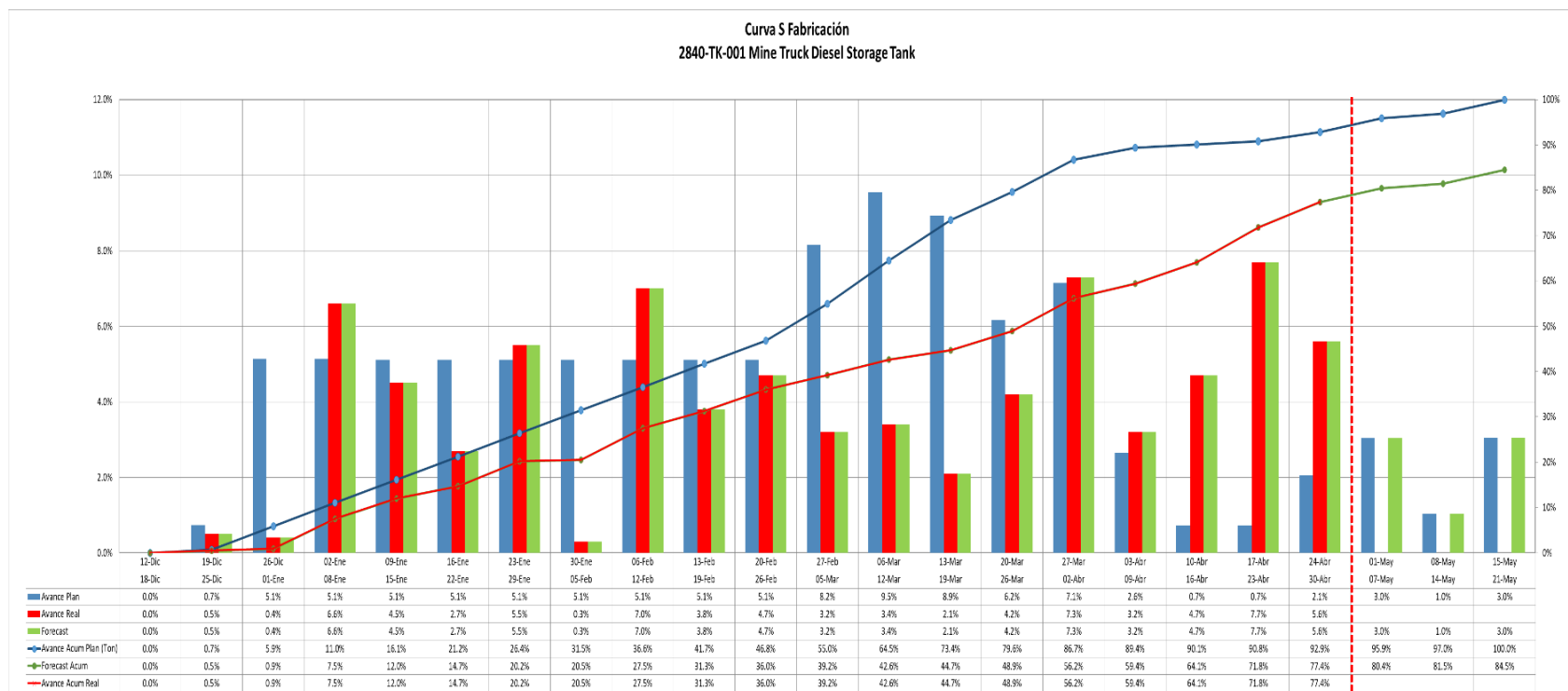


Figura 11. Curva S fabricación 2840-TK-001 mine truck diesel storage tank

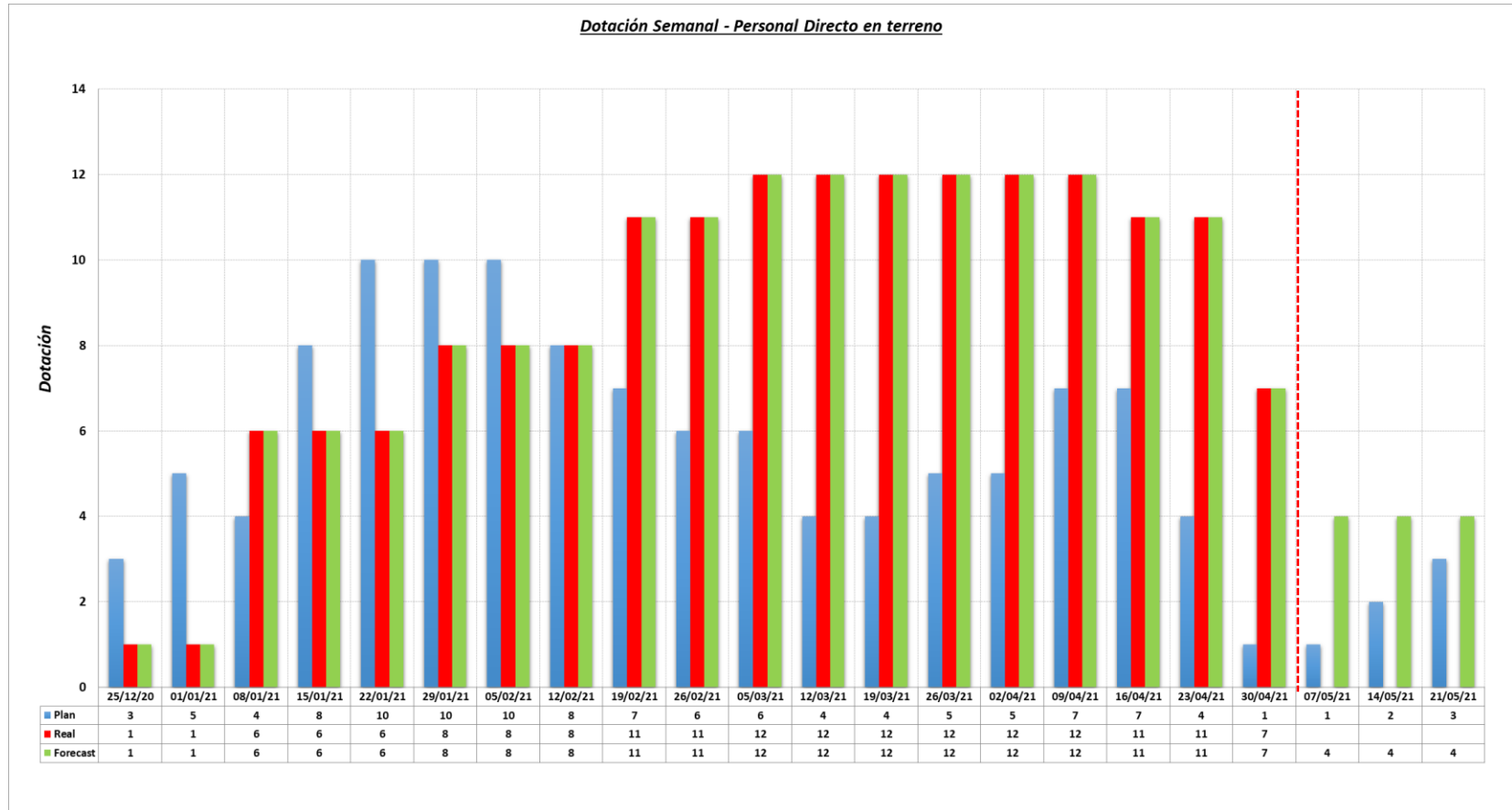


Figura 12. *Dotación de personal*

4.2 Estudio de métodos

4.2.1 *Seleccionar*

Considerando los trabajos necesarios y suficientes para la ingeniería, suministro, prefabricación de partes en taller, armado en terreno, pintado y pruebas, cumpliendo los requerimientos de la especificación técnica correspondiente, y los tiempos necesarios para cada etapa detallados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observa que la etapa de “Armado” presenta el mayor tiempo de ejecución (113 días) respecto a las demás, considerado como crítico para el proceso en general, por lo que es seleccionado para realizar las mejoras y propuestas de solución.

Tabla 13. Identificación de Etapa Crítica

Etapas	Actividades	Tiempo por Etapa (días)
Ingeniería	Planos de diseño y fabricación Memorias de cálculo del tanque Planos de armado y montaje	8
Suministro	Cotización Compra de materiales e insumos	5
Prefabricación de partes en taller	Fabricación de planchas de fondo Planchas de casco Anillo de rigidez Boquillas Silletas de anclaje Solapas de boquillas Segmentos de la columna Soporte de base de columna Vigas de techo Ménsulas para vigas Cartelas habilitadas Planchas de techo Soportes de regleta Soportes de escalera Soporte de tuberías	23
Armado en terreno	Recepción del área	113
Etapas	Actividades	Tiempo por Etapa (días)
Armado en terreno	Recepción del área Traslado de materiales pre-fabricados Recepción y descarga de materiales en terreno Montaje de fondo de tanque Montaje de facilidades Montaje de casco de tanque Montaje de silletas de anclaje, boquillas y soporte Montaje estructura de soporte de techo Armado de planchas de techo Pre ensamble y montaje de escalera y barandas Soldeo de planchas de planchas de techo y montaje de boquillas	113
Pintado en terreno	Pintado Touch up Prueba de adherencia	32

Considerando el alcance general descrito en el párrafo anterior, el presente estudio sólo se enfocará en la etapa de “Armado en terreno del tanque” de un total de 05 etapas. Cabe señalar que dentro del análisis de esta etapa; no se considerará la ejecución de la prueba de estanqueidad, aplicación grout ni la instalación arresta llamas.

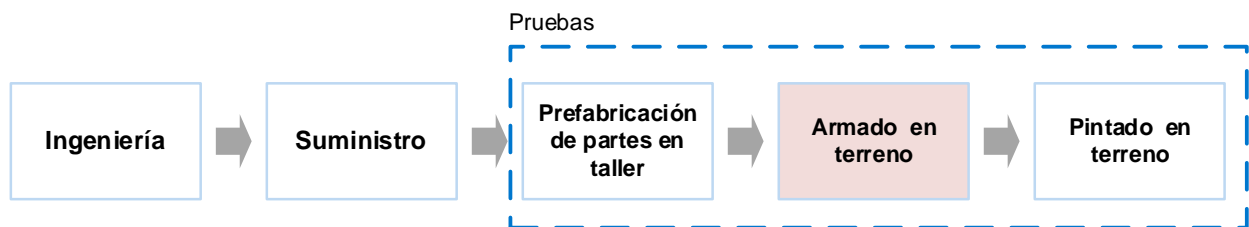


Figura 13. Selección Etapa Crítica

4.2.2 Registrar

Las actividades concernientes al proceso de “Armado en terreno”, se detallan sistemáticamente en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, junto con los tipos de inspección aplicables según Norma API STD 650 12va Ed.

Para un análisis más profundo, se recopiló y esquematizó la información del método actual referente al “Armado en Terreno” del tanque 2840-TK-001 en un Diagrama de operaciones del proceso (Anexo 31), el cual muestra un panorama general de todas las operaciones, inspecciones y operaciones combinadas presentes en el método actual, siendo un total de 83 operaciones, 66 inspecciones y 15 operaciones combinadas; y un Diagrama de Análisis del Proceso (Anexo 33), obteniendo 1,203 actividades, de las cuales el 39% corresponde a operaciones, el 25% a transportes, el 17% a esperas, el 15% a inspecciones y el 4% a almacenamiento. Además, se ha obtenido un total de 1,031.71 metros de soldadura requeridos para la etapa de “Armado en terreno” del tanque 2840-TK-001 y un total de 34,015.97 kg de acero montados. El tiempo empleado para la ejecución de los trabajos fue de 126 días considerando 10 horas cada día.

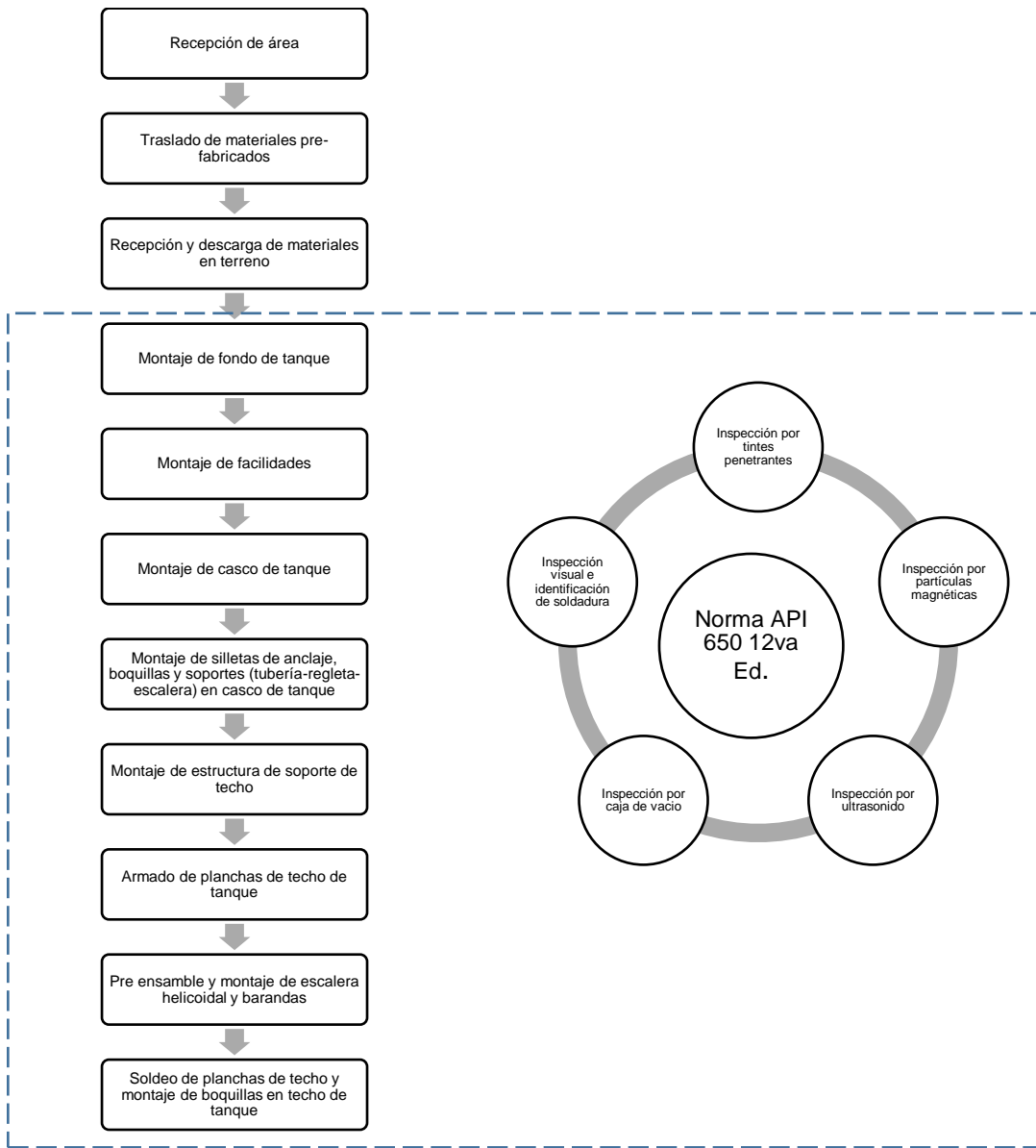


Figura 14. Selección Etapa Crítica

La etapa seleccionada consta de las siguientes actividades:

- **Recepción de área**

Es la firma del acta de recepción de terreno. Además, se considera el levantamiento topográfico de la base de concreto del tanque y pernos de anclaje, para verificar que cumpla con lo especificado en los planos civiles del contratista que construyó dicha base.

- **Traslado de materiales Pre-Fabricados**

Es el transporte de los elementos Pre-Fabricados de las instalaciones del taller Arequipa al taller Moquegua, en donde las unidades esperan autorización de administración para luego trasladarse a pie de obra. El tiempo de traslado considerado es de 02 días, debido a que la unidad solo puede ingresar a obra hasta el mediodía.

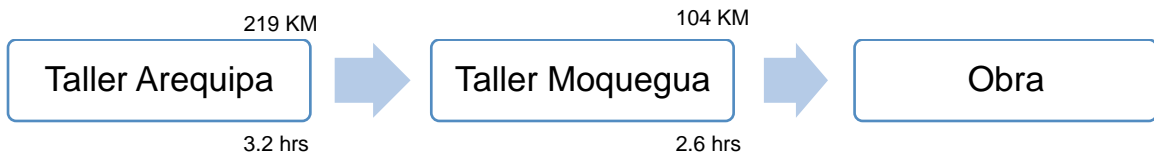


Figura 15. *Secuencia de traslados*

- **Recepción y descarga de materiales**

Es la descarga de los materiales enviados en un área denominada almacén temporal. Además, comprende la inspección visual y dimensional de todos los materiales enviados a obra. En caso de existir alguna observación se generarán los reportes correspondientes informando a detalle sobre los hallazgos.



Figura 16. Descarga de materiales pre-fabricados

- **Montaje de fondo de tanque**

Consiste en el izaje y traslado de las planchas de fondo del almacén temporal hacia la base de concreto del tanque en donde serán descargadas y posicionadas según lo indicado en los planos de armado (Anexo 4). Una vez hecho ello, se realizará la inspección dimensional y topográfica correspondiente, para luego proceder al apuntalado de estas, a excepción de la sección en donde se instalará la boquilla de drenaje; debido a que esta se tendrá que voltear para realizar el armado y soldeo de dicha boquilla. Una vez, instalada la boquilla de drenaje y posicionada la sección del fondo correspondiente, se procede al apuntalado de dicha sección. A continuación, se procede a plegar los tramos sobre los cuales asentará el casco según lo exige la Norma API 650 STD (Anexo 5), tal y como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, luego se limpia y

sueldan estos tramos. Finalmente se limpian y sueldan todas las juntas interiores. Cabe considerar que para todas las juntas de soldadura del fondo aplica la inspección visual de juntas soldadas, inspección por líquidos penetrantes e inspección por caja de vacío.



Figura 17. *Soldeo de fondo de tanque*



Figura 18. *Plegado de fondo en zona de asentamiento de casco de tanque*

- **Montaje de facilidades**

Es la instalación de estructuras temporales en el fondo del tanque que permiten el montaje de los anillos del casco (Anexo 6 y Anexo 7). Como primer paso se realiza el trazo del diámetro exterior e interior del casco del tanque; a continuación, se procede con el trazo de la ubicación de las columnas de izaje y los ángulos de soporte de anillos de casco sobre el fondo. Luego, se iza y traslada cada uno de los postes de izaje a la ubicación correspondiente sobre el fondo del tanque, una vez posicionados se apuntalan y sueldan. Ya instalados los postes de izaje, se procede al montaje de arriostres, así como el armado y soldeo de soportes de arriostres y ángulos de soporte de anillos de casco. Luego de haber instalado las columnas de izaje, se realiza el montaje de plataformas intermedias, escalera de acceso y cable acerado. Finalmente se procede a instalar un polipasto manual de cadena de 3TN en cada una de las columnas de izaje.

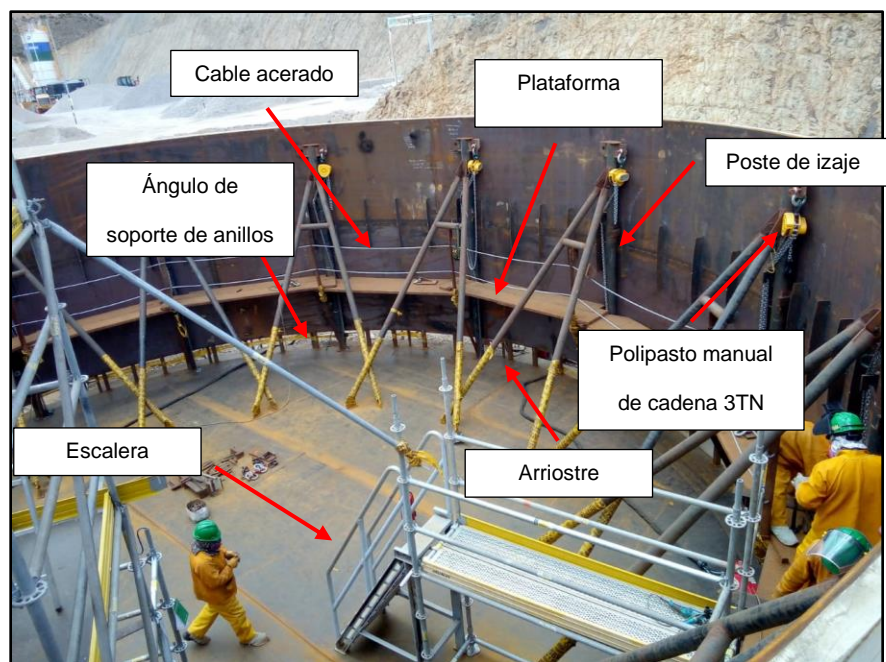


Figura 19. Facilidades para izaje de anillos de casco instaladas

- **Montaje de casco de tanque**

El casco del tanque está conformado por 04 anillos de acero, y cada uno de ellos está conformado por 03 planchas roladas (ver Anexo 8). El proceso constructivo para el montaje de casco del tanque consiste en elevar y unir cada anillo conforme se culmine su armado, soldeo y enderezado, comenzando por el Anillo 4 hasta culminar en el Anillo 1 (ver Anexo 9). El montaje del casco del tanque inicia, izando cada una de las planchas roladas correspondientes al anillo 4 (PL 4-1, 4-2 y 4-3) ubicadas en una cama cuna en el almacén temporal, para luego trasladarlas y colocarlas sobre los ángulos de soporte ubicadas en todo el perímetro del fondo (ver Anexo 10). Seguidamente se colocan los topes de seguridad inferiores ubicadas en los ángulos de soporte (aplica para todos los anillos). Para proceder a armar, soldar y enderezar cada una de las juntas verticales (03

por anillo) (ver Anexo 11); para la última junta vertical (junta de cierre) se realiza un corte transversal, debido a que la tercera plancha posee sobre medida (esto aplica a todos los anillos). El anillo 4 comprende también, el montaje del ángulo de rigidez y las ménsulas de vigas de techo (ver Anexo 12). Una vez culminado el anillo 4, se procede a izarlo con los polipastos manuales de cadena de 03 TN unidos a ganchos de izaje instalados en el borde inferior del anillo; para luego colocar los topes de seguridad superiores ubicados en los postes de izaje (aplica para todos los anillos). Estando el anillo 4 sobre los topes de seguridad superiores, se realiza el izaje, traslado y posicionamiento de las planchas roladas correspondientes al anillo 3 (PL3-1, 3-2, 3-3) sobre los ángulos de soporte (ver Anexo 13); a continuación, se realiza el armado, soldeo y enderezado de las juntas verticales de dicho anillo, luego se procede a retirar los topes de seguridad superior e inferior para realizar el descenso (aplica para el armado de todas las juntas horizontales) del anillo 4 sobre el anillo 03 para continuar con el armado y soldeo de la junta horizontal (ver Anexo 14 y Anexo 15) . Una vez culminada la junta horizontal A4-A3, se repite la misma secuencia izando los anillos 4-3, e instalando las planchas roladas correspondientes al anillo 2 (PL2-1, 2-2, 2-3) sobre los ángulos de soporte (ver Anexo 16). Al terminar las juntas verticales, se realiza el descenso del anillo 4-3 sobre al anillo 2 para armar y soldar la junta horizontal A3-A2. Ya soldada la junta horizontal A3-A2, se procede nuevamente a realizar el izaje de los anillos 4-3-2, para luego instalar las planchas roladas correspondientes al anillo 1 (PL1-1,1-

2,1-3) sobre los ángulos de soporte; para luego realizar el armado, soldeo y enderezado de juntas verticales del anillo 1; una vez culminadas las juntas verticales se realiza el trazo y corte de un agujero en el anillo 1 para la boquilla N7 (manhole). A continuación, se realiza el descenso del anillo 1 sobre el fondo, para luego proceder con el armado de la junta horizontal correspondiente. Luego se realiza el descenso del anillo 4-3-2 sobre el anillo 1, y se procede con el armado y soldeo de la junta horizontal A1-A2. Finalmente se realizará el soldeo de la junta horizontal del fondo con el anillo 1. Las inspecciones aplicables a las juntas soldadas del casco son: inspección visual de juntas soldadas, inspección de soldadura por líquidos penetrantes, inspección de juntas por ultrasonido e inspección por caja de vacío (para la junta horizontal de fondo con anillo 1) El montaje del casco del tanque se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

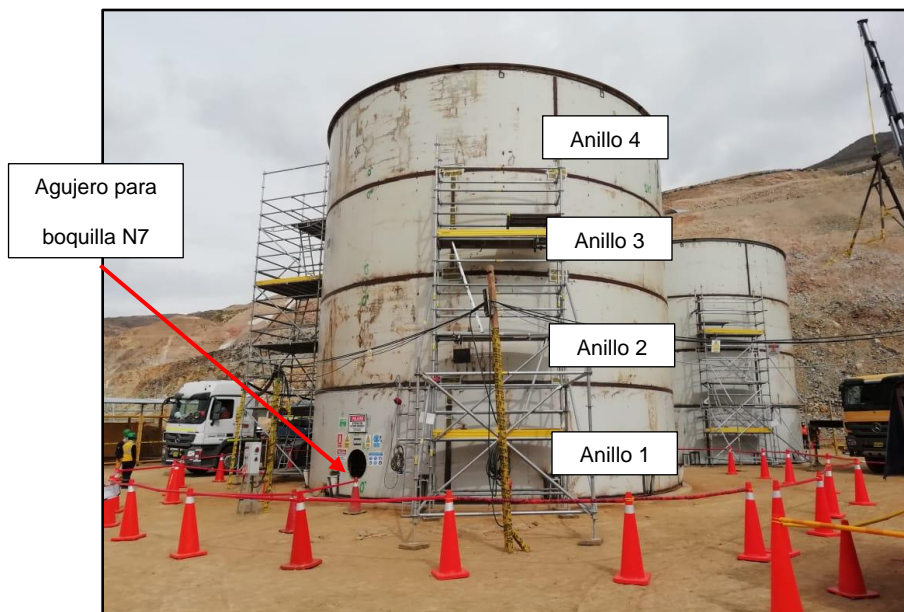


Figura 20. *Montaje de casco de tanque culminado*

- **Montaje de silletas de anclaje, boquillas y soportes (tubería-regleta-escalera) en casco de tanque**

Consiste en el trazo de la ubicación de silletas, boquillas y soportes en el casco del tanque (Anexo 17 y Anexo 18), para su armado y soldeo (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Luego de ello se realiza el armado y soldeo de silletas, soportes de tubería, soportes de regleta y soportes de escalera en las ubicaciones señaladas (detalles de ubicación ver Anexo 19, Anexo 20 y Anexo 21). En el caso de las boquillas, se realizará el corte de casco según el trazo realizado, para luego continuar con el armado y soldeo de las boquillas y solapas. Las inspecciones aplicables a las juntas soldadas de silletas de anclaje, boquillas y soportes son las siguientes: inspección visual de juntas soldadas, inspección de soldadura por líquidos penetrantes, inspección de juntas soldadas por partículas magnéticas (solo para silletas) y prueba neumática (solo a solapas de boquillas).

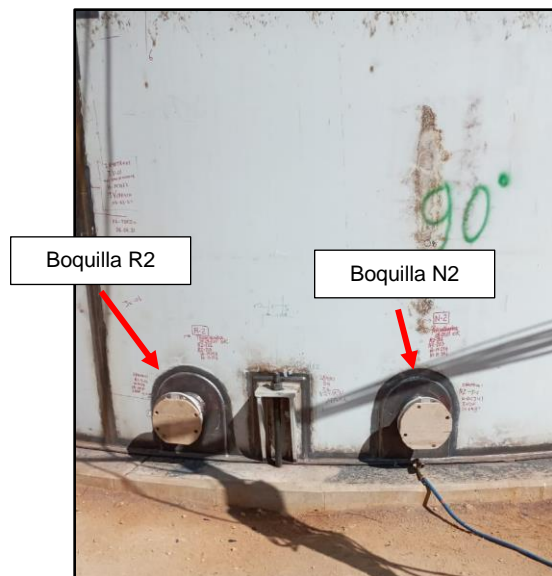


Figura 21. Silleta de anclaje y boquillas R2 - N2 armadas y soldadas



Figura 22. Soportes de tubería y de escalera armados y soldados

- **Montaje de estructura de soporte de techo**

Consiste en el pre-ensamble de los 04 tramos de la columna central en una zona contigua a la ubicación del tanque (Anexo 22); obteniendo 02 tramos (01 con la base de la columna y otro con el soporte de vigas de techo) (ver

Anexo 23). A continuación, se realiza el trazo de la base de la columna de soporte sobre el fondo, luego se procede con el izaje, traslado, posicionamiento, armado y soldeo del tramo 01 (Base de columna) (ver Anexo 24); del mismo modo se continuará con el tramo 02 (Soporte de vigas de techo), montándolo sobre el tramo 01 (Anexo 25). Una vez culminado el montaje de la columna se continuará con el montaje de vigas según los especificado en planos de montaje, teniendo como resultado final la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Las inspecciones aplicables a las juntas soldadas de la estructura de soporte de techo son las siguientes: inspección visual de juntas soldadas e inspección de soldadura por líquidos penetrantes.



Figura 23. Vigas de soporte de techo armadas y soldadas

- **Armado de planchas de techo de tanque**

Consiste en el montaje de las planchas de techo sobre la estructura de soporte. Previo a ello se realiza el preensamble de los segmentos 03 y 04, conformados por las planchas PL 11 y PL 12 a nivel de terreno, armando y soldando las juntas correspondientes (ver Anexo 26). Seguidamente, se realiza la instalación de orejas de izaje en los 04 segmentos; para los segmentos 01 y 02 se instalarán orejas adicionales para colocar 01 línea de vida en cada segmento respectivamente (Anexo 27 y Anexo 28). La secuencia de izaje, posicionamiento y apuntalado se dará de la siguiente forma “segmento 01”, “segmento 02”, “segmento 03” y por último “segmento 04”. El soldeo de juntas de techo se realizará después de haber instalado las barandas perimetrales en el techo del tanque. Cabe considerar que para todas las juntas de soldadura del techo aplica la inspección visual de juntas soldadas, inspección por líquidos penetrantes e inspección por caja de vacío.

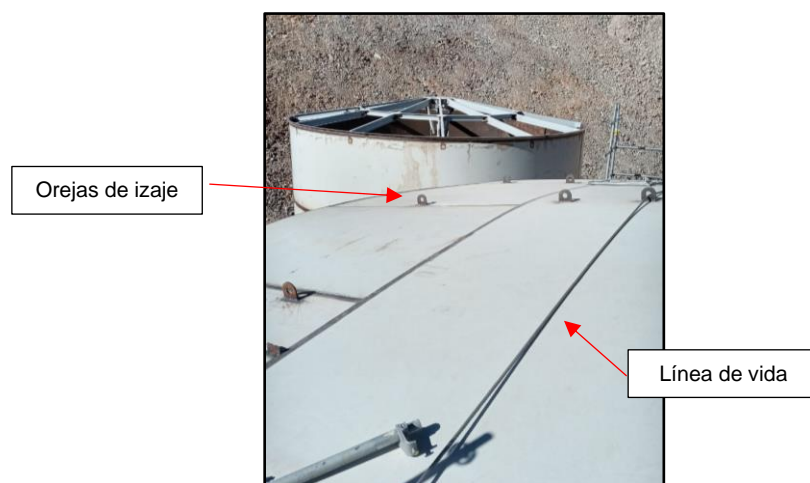


Figura 24. Segmentos 03 y 02 posicionados y apuntalados sobre estructura de soporte de techo.

- **Preensamble y montaje de escalera helicoidal y barandas**

Consiste en el preensamble en 03 tramos de la escalera helicoidal según planos de montaje, en un área cercana al tanque (Anexo 29). A continuación, se procede con el montaje de cada uno de los tramos preensamblados en el casco del tanque considerando los soportes ya instalados previamente (ver Anexo 30). Una vez culminado el montaje de la escalera helicoidal se procede al armado y soldeo de barandas perimetrales en el techo del tanque. Las inspecciones aplicables a las juntas soldadas de la escalera helicoidal y barandas son las siguientes: inspección visual de juntas soldadas, inspección de soldadura por líquidos penetrantes e inspección de torque de pernos.



Figura 25. Montaje escalera helicoidal y barandas perimetrales de techo.

- **Armado y soldeo de boquillas en techo de tanque**

Consiste en el montaje de boquillas ubicadas en el techo del tanque. Inicia con el trazo de la ubicación de boquillas, para luego proceder con el corte de las planchas de techo. A continuación, se realiza el armado y soldeo de boquillas y solapas según planos de montaje. Las inspecciones aplicables a las juntas soldadas de boquillas son las siguientes: inspección visual de juntas soldadas, inspección de soldadura por líquidos penetrantes y prueba neumática (solo a solapas de boquillas).

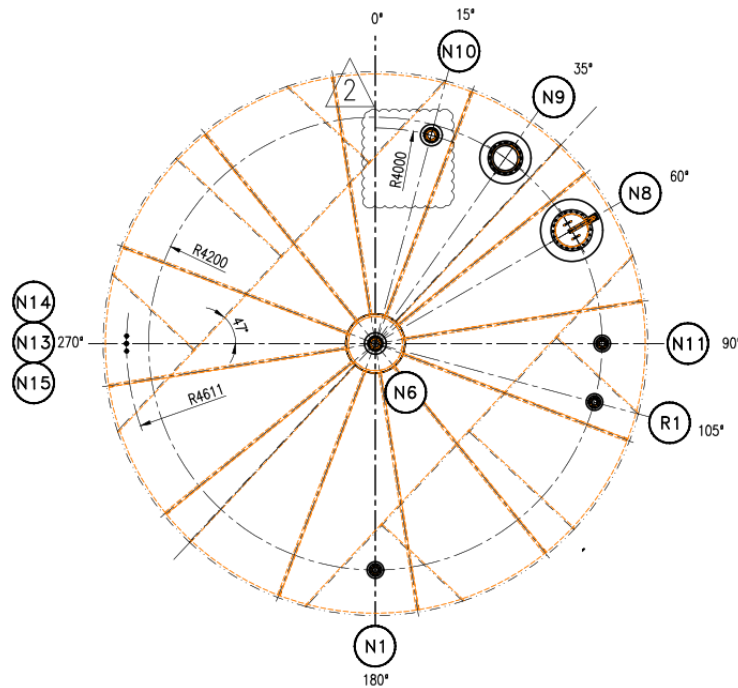


Figura 26. Montaje escalera helicoidal y barandas perimetrales de techo
Distribución de boquillas en techo de tanque.

4.2.3 Examinar

Después de examinar toda la información recolectada en base a los diagramas de operaciones, medición de tiempos y las fechas planificadas, se obtuvo como resultados que las actividades que pueden mejorarse son:

Tabla 14. *Actividades para mejorar.*

Actividades a mejorar
Movilización
Montaje de fondo de tanque
Montaje de casco de tanque
Armado de planchas de techo de tanque
Montaje de ángulo de rigidez

4.2.3.1 Análisis interrogatorio de Actividades a mejorar

Como parte de esta etapa se hace uso de la técnica del interrogatorio, el cual es un medio para realizar un examen crítico, utilizando una serie sistemática y progresiva de preguntas direccionadas en donde se pone en tela de juicio cada actividad mencionada (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), con la intención de justificar cada respuesta con relación al propósito, lugar, sucesión, persona y medio con la finalidad de encontrar el porqué de las demoras.

- **Movilización**

Tabla 15. *Análisis de interrogatorio-Actividad movilización.*

Actividad: Movilización			
Preguntas preliminares	Propósito	¿Qué se hace en realidad?	Se traslada facilidades, equipos, materiales y herramientas
		¿Por qué hay que hacerlo?	Para comenzar con la ejecución del proyecto
	Lugar	¿Dónde se hace?	Se realiza en el terreno donde se va a realizar el armado del tanque
		¿Por qué se hace ahí?	Debido a las dimensiones el tanque
	Sucesión	¿Cuándo se hace?	Cuando se realice las coordinaciones pertinentes
		¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es parte de la sucesión de los procesos
	Persona	¿Quién lo hace?	Gerente/director de Proyecto.
		¿Por qué lo hace la persona?	Debido a que cuentan con la autoridad
	Medios	¿Cómo se hace?	El Gerente/director de Proyecto coordinan con las áreas correspondientes de manera aislada
		¿Por qué se hace de ese modo?	Debido a que siempre se ha llevado de esa manera
Preguntas de fondo	Propósito	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Se podría tener planificado este proceso, haciendo participe a todas las áreas
		¿Qué debería llevarse a cabo?	Un Plan de Movilización
	Lugar	¿En qué otro lugar podría hacerse?	No se podría hacer en otro lugar
		¿Dónde debería realizarse?	No se podría realizar en otro lugar
	Sucesión	¿Cuándo debería realizarse?	Dentro del tiempo acordado con el cliente
	Persona	¿Qué otra persona podría llevarlo a cabo?	El jefe de Planeamiento
		¿Quién debería hacerlo?	El jefe de Planeamiento en coordinación con el equipo de proyecto
	Medios	¿De qué otra forma podría realizarse?	A través de la elaboración de diagramas de flujo en donde esté especificado las responsabilidades de los actores que participan dentro de la elaboración y ejecución del plan
		¿Cómo debería realizarse?	Mediante un plan organizado

Razones de las demoras identificadas en la actividad:

- **Movilización (Propósito):** Se identificó que la movilización de facilidades, equipos, materiales y herramientas se llevó a cabo fuera de fecha, considerando ocho días de retraso, lo que afectó todo el tren de trabajo en 80 horas, a 10 horas por día. Esto ocurrió debido a demoras en el traslado de equipos, materiales y mano de obra al punto de trabajo. Se debería de planificar con anticipación la movilización de equipos, materiales y mano de obra considerando un Plan de Movilización que detalle fechas límite y responsables de cada actividad, considerando además la cantidad de recursos necesarios para el arranque de las actividades. Todo ello con el objetivo de no retrasar el inicio de actividades.

- **Montaje de fondo de Tanque**

Tabla 16. *Análisis de interrogatorio-Actividad montaje de fondo de tanque.*

Actividad: Montaje de fondo de tanque				
Preguntas preliminares	Propósito	¿Qué se hace en realidad?	Se identificó que la secuencia establecida en el método actual presenta demoras y dificultades en la operación de plegado de plancha en la zona de asentamiento del casco del tanque.	
		¿Por qué hay que hacerlo?	Para seguir con la secuencia de las actividades	
	Lugar		¿Dónde se hace?	Se realiza en el terreno donde se va a realizar el armado
			¿Por qué se hace ahí?	Debido a las dimensiones de las partes del tanque
	Sucesión	¿Cuándo se hace?	Se inicia después de la recepción y descarga de los materiales con el traslado y armado del fondo. Se culmina con el plegado y soldeo de fondo antes del asentamiento del casco en el fondo del tanque.	

Actividad: Montaje de fondo de tanque

	¿Por qué se hace en ese momento?	Por seguir una lógica preferencial establecida por el supervisor.	
Persona	¿Quién lo hace?	Será desarrollado por los técnicos operarios seleccionados para dicho proyecto.	
	¿Por qué lo hace la persona?	Debido a que están debidamente capacitados para la ejecución de los trabajos	
Medios	¿Cómo se hace?	Se posiciona y arma las planchas base. Luego se continúa con la instalación de facilidades para el montaje de anillos del tanque. El plegado y soldeo de la base se da recién antes de bajar el casco armado del tanque, lo que dificulta dicha operación.	
	¿Por qué se hace de ese modo?	Por seguir una lógica preferencial establecida por el supervisor.	
Preguntas de fondo	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Se podría realizar el armado de fondo en una sola etapa	
	¿Qué debería llevarse a cabo?	Modificar la secuencia de montaje del tanque, considerando el armado, plegado y soldeo de la base de manera secuencial. Una vez culminado ello se continuaría con la instalación de facilidades para el armado de anillos del tanque.	
	Lugar	¿En qué otro lugar podría hacerse?	No se podría hacer en otro lugar
		¿Dónde debería realizarse?	No se podría realizar en otro lugar
	Sucesión	¿Cuándo debería realizarse?	Se debería de realizar el montaje del fondo considerando el posicionamiento, armado, plegado y soldeo de manera secuencial, para luego continuar con las demás actividades.
	Persona	¿Qué otra persona podría llevarlo a cabo?	No hay otra persona
		¿Quién debería hacerlo?	Personal calificado
	Medios	¿De qué otra forma podría realizarse?	Realizar el proceso en una sola etapa para acortar tiempo de plegado de juntas del fondo del tanque
		¿Cómo debería realizarse?	Debería de realizarse la modificación del proceso constructivo en coordinación con supervisión de campo.

Razones de las demoras identificadas en la actividad:

- Demora en el armado de Fondo (Sucesión): Se determinó que la secuencia establecida en el método actual presenta demoras y dificultades en la

operación de plegado de plancha en la zona de asentamiento del casco del tanque. Debido a que esta operación se lleva a cabo antes de realizar el descenso del anillo 1 sobre el fondo, teniendo interferencia con las facilidades instaladas (postes de izaje y ángulos de soporte de anillos). Dicha operación debería realizarse luego de haber culminado el apuntalado de planchas de fondo, para ejecutarla sin interferencias y en un menor tiempo. Considerando el método actual se emplean 18.5 horas.

- **Montaje de Casco de tanque**

Tabla 17. *Análisis de interrogatorio-Actividad montaje de casco de tanque*

Actividad: Montaje de casco de tanque			
Preguntas preliminares	Propósito	¿Qué se hace en realidad?	El proceso constructivo para el montaje de casco del tanque consiste en elevar y unir cada anillo conforme se culmine su armado, soldeo y enderezado, comenzando por el Anillo 4 hasta culminar en el Anillo 1.
		¿Por qué hay que hacerlo?	Para seguir con la secuencia de las actividades ya planificada
	Lugar	¿Dónde se hace?	Se realiza en terreno donde se va a realizar el armado
		¿Por qué se hace ahí?	Debido a las dimensiones de las partes del tanque
	Sucesión	¿Cuándo se hace?	Después de la instalación de facilidades para el montaje de anillos
		¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es parte de la sucesión de los procesos
	Persona	¿Quién lo hace?	Será desarrollado por los técnicos operarios seleccionados para dicho proyecto.
		¿Por qué lo hace la persona?	Debido a que están debidamente capacitados para la ejecución de los trabajos
	Medios	¿Cómo se hace?	- Se emplea balones de gas de dióxido de carbono para el proceso de soldadura, estos se almacenan en una jaula con capacidad para 12 unidades. Se presenta desabastecimiento de gas carbónico. - La altura de los ángulos de soportes de los anillos dificulta el acceso del personal al interior del tanque. - Las planchas roladas llegan en desorden, lo que genera retrasos en el reordenamiento de estas para montaje.
		¿Por qué se hace de ese modo?	- No se ha realizado una correcta gestión de inventarios, ocasionando desabastecimiento de gas de dióxido de carbono.

Actividad: Montaje de casco de tanque

		<ul style="list-style-type: none"> - No se consideraron aspectos de seguridad en el diseño de ángulos de soportes de anillos. - No considero un procedimiento formal para el carguío y despacho de planchas roladas. 	
Preguntas de fondo	¿Qué otra cosa podría hacerse?	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar un análisis sobre el consumo de gas de dióxido de carbono. - Rediseñar los ángulos de soporte de anillos y estructuras afectadas. - Establecer un procedimiento formal para el carguío de planchas 	
	Propósito	<ul style="list-style-type: none"> - Se debería establecer un punto de reorden, así como inventario de seguridad para el gas de dióxido de carbono. 	
	¿Qué debería llevarse a cabo?	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar la fabricación de nuevos ángulos de soporte y modificar postes de soporte de acuerdo con la nueva altura. - Establecer un procedimiento que considere el orden de las planchas roladas requeridas por supervisión en terreno. 	
	Lugar	¿En qué otro lugar podría hacerse?	No se podría hacer en otro lugar
		¿Dónde debería realizarse?	No se podría realizar en otro lugar
	Sucesión	¿Cuándo debería realizarse?	- En la etapa de diseño y planificación del proyecto
	Persona	¿Qué otra persona podría llevarlo a cabo?	<ul style="list-style-type: none"> - Encargado de almacén. - Jefe de ingeniería / operarios mecánicos. - Jefe de planeamiento.
		¿Quién debería hacerlo?	<ul style="list-style-type: none"> - Encargado de almacén. - Jefe de ingeniería / operarios mecánicos. - Residente.
	Medios	¿De qué otra forma podría realizarse?	<ul style="list-style-type: none"> - Considerar un mayor stock de gas de dióxido de carbono - Considerar en el diseño de ángulos de soporte de anillos una la altura adecuada que facilite el acceso al interior del tanque. - Comunicar a taller el ordenamiento requerido en campo para el carguío de planchas roladas.
		¿Cómo debería realizarse?	<ul style="list-style-type: none"> - Establecer un stock mínimo de gas de dióxido de carbono e incrementar la capacidad de almacenamiento. - Fabricar e instalar nuevos ángulos de soporte, considerando también la modificación de postes de soporte de anillos. - Establecer un formato que permita comunicar la necesidad de obra sobre el ordenamiento de planchas roladas a taller.

Razones de las demoras identificadas en la actividad:

- Tiempos de espera en armado de anillos de casco (propósito): Se identificó tiempos de espera en el proceso de soldeo de anillos del tanque debido al desabastecimiento de gas carbónico, el cuál es requerido para la operación de soldeo. Para evitar tiempos improductivos debido a la falta de insumos debería establecerse un punto de reorden, en función al consumo y al tiempo de espera para el reabastecimiento; además de un inventario de seguridad. El tiempo de espera para reabastecer el gas de dióxido de carbono fue de tres días, los que representan 30 horas.
- Demora en el Armado de anillos de casco (medios): Se identificó demoras en el proceso de soldeo de anillos del tanque, debido a que el cliente observó que la altura de los ángulos de soportes de anillos no era la adecuada para el ingreso del personal al interior del tanque, por lo que se tuvo que paralizar las actividades hasta levantar dicha observación y modificar la altura de los soportes. Debería haberse detallado correctamente el proceso constructivo en el procedimiento, para identificar oportunamente esa condición de trabajo y realizar las modificaciones correspondientes sin que afecte la ejecución de las actividades planificadas. El tiempo de paralización registrado fue de 6 días, lo que representa 60 horas, a ello se le suma el tiempo de 14 horas invertidas en la modificación de postes de soporte; sumando un total de 74 horas de stand by por dicha observación.
- Demora en el armado de anillos de casco (medios): Se identificó que las planchas roladas llegaron a obra en un orden que no permitía el montaje

directo de la cama cuna a los ángulos de soporte, motivo por el cual se tuvo que gastar recursos no previstos para el reordenamiento de las planchas. Debería haberse contemplado un orden adecuado al momento de la carga de dichas planchas en el taller Arequipa, considerando la secuencia de montaje en terreno. Se registraron 5 horas invertidas en el reordenamiento de planchas.

- **Armado de planchas de techo de tanque**

-

Tabla 18. Análisis de interrogatorio-Actividad armado de planchas de techo de tanque

Actividad: Armado de planchas de techo de tanque			
Preguntas preliminares	Propósito	¿Qué se hace en realidad?	Consiste en el montaje de la estructura de soporte y planchas de techo, sin embargo, se presentó un retraso en el proceso de armado de la estructura de soporte de techo por la falta de camión grúa.
		¿Por qué hay que hacerlo?	Para seguir con la secuencia de las actividades ya planificada
	Lugar	¿Dónde se hace?	Se realiza en el terreno donde se va a realizar el armado
		¿Por qué se hace ahí?	Debido a las dimensiones de las partes del tanque
	Sucesión	¿Cuándo se hace?	Después del asentamiento del casco sobre la base del tanque
		¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es parte de la sucesión de los procesos
	Persona	¿Quién lo hace?	Será desarrollado por los técnicos operarios mecánicos seleccionados para dicho proyecto.
		¿Por qué lo hace la persona?	Debido a que están debidamente capacitadas para la ejecución del proyecto
	Medios	¿Cómo se hace?	Se hace uso de máquinas que puedan ayudar al proceso del armado
		¿Por qué se hace de ese modo?	Para facilitar el montaje de los materiales de dimensiones grandes
Preguntas de fondo	Propósito	¿Qué otra cosa podría hacerse?	Al planificar el proyecto podría establecerse medidas de contingencia.
		¿Qué debería llevarse a cabo?	Una adecuada planificación de casos de contingencia.

Actividad: Armado de planchas de techo de tanque

Lugar	¿En qué otro lugar podría hacerse?	No se podría hacer en otro lugar
	¿Dónde debería realizarse?	No se podría realizar en otro lugar
Sucesión	¿Cuándo debería realizarse?	En el tiempo planificado
Persona	¿Qué otra persona podría llevarlo a cabo?	No hay otra persona
	¿Quién debería hacerlo?	Personal calificado
Medios	¿De qué otra forma podría realizarse?	Se podría establecer medidas de contingencia que en caso hubiera equipos sin disponibilidad
	¿Cómo debería realizarse?	Establecer planes de mantenimiento para los equipos y materiales.

Razones de las demoras identificadas en la actividad:

- Demora en el Armado de techo (medios): Se identificó demoras en el armado de la base de columna de soporte de techo debido a que se tuvo que montar con maniobra, empleando andamios y personal adicional; además se empleó tiempo adicional en el montaje de la parte superior de la columna de soporte de techo al no contar con camión grúa disponible para su montaje. Este equipo debería estar disponible para el montaje de la columna de soporte de estructura de techo, considerando el ahorro de tiempo y recursos que representa; por lo que tendría que considerarse el monitoreo del cumplimiento del plan de mantenimiento de dicho equipo, así como el considerar el alquiler de otro equipo con alguna empresa previamente contactada para casos fortuitos. Se registraron 10 horas para el armado de tramo 1 sobre fondo de tanque y 26 horas de espera de llegada de camión grúa para montaje del tramo 2 de columna central.

- **Montaje de ángulo de rigidez**

Tabla 19. Análisis de interrogatorio-Actividad Montaje de anillo de rigidez

Actividad: Montaje de anillo de rigidez			
Preguntas preliminares	Propósito	¿Qué se hace en realidad?	Se identificó demoras en el armado de las diferentes secciones del ángulo de rigidez, debido a que se tuvo que enderezar cada uno de ellos por no contar con el radio establecido en planos de habilitado.
	Lugar	¿Por qué hay que hacerlo?	Para seguir con la secuencia de las actividades ya planificada
		¿Dónde se hace?	Se realiza en el terreno donde se va a realizar el armado
	Sucesión	¿Por qué se hace ahí?	Debido a las dimensiones de las partes del tanque
		¿Cuándo se hace?	Después de culminar el enderezado de las juntas verticales del anillo 4
	Persona	¿Por qué se hace en ese momento?	Porque es parte de la sucesión de los procesos
		¿Quién lo hace?	Es desarrollado por personal técnico
	Medios	¿Por qué lo hace la persona?	Porque es personal calificado para la tarea
		¿Cómo se hace?	- Se arma las diferentes secciones del ángulo de rigidez en el perímetro del anillo 4 con prensas, para luego proceder al apuntalado y soldeo. Sin embargo, se tuvo que enderezar los ángulos para que pudieran calzar con el radio de curvatura del anillo.
	Preguntas de fondo	Propósito	¿Por qué se hace de ese modo?
¿Qué otra cosa podría hacerse?			- Realizar una correcta liberación de los ángulos de rigidez en taller
Lugar		¿Qué debería llevarse a cabo?	- Reinducción al personal encargado de la liberación de estructuras.
		¿En qué otro lugar podría hacerse?	- El enderezado de los ángulos debe realizarse en taller
Sucesión		¿Dónde debería realizarse?	- En taller Arequipa
		¿Cuándo debería realizarse?	- En el tiempo planificado
Persona		¿Qué otra persona podría llevarlo a cabo?	- Personal operativo de taller Arequipa.
		¿Quién debería hacerlo?	- Personal operativo de taller Arequipa.
Medios		¿De qué otra forma podría realizarse?	- Correcta liberación de ángulos de rigidez en taller Arequipa e instalación en campo. - Correcta recepción de materiales en obra, comunicando cualquier observación a tiempo.

Actividad: Montaje de anillo de rigidez

¿Cómo debería realizarse?

- Levantar cualquier observación de calidad en taller, para evitar retrasos en la instalación de ángulos de rigidez en campo.
 - Realizar una correcta recepción e inspección de materiales en obra, informando sobre cualquier observación.
-

Razones de las demoras identificadas en la actividad:

- Demora en el armado de ángulo de rigidez (propósito): Se identificó demoras en el armado de las diferentes secciones del ángulo de rigidez, debido a que se tuvo que enderezar cada uno de ellos por no contar con el radio establecido en planos de habilitado. Estos ángulos se deberían haber liberado correctamente antes de ser enviados a obra; así mismo no se realizó una correcta inspección y recepción de materiales. Se debe de realizar una reinducción al personal involucrado en el proceso de inspección, liberación y recepción de materiales con relación a los procedimientos aplicables. Se registraron 12 horas invertidas en enderezado de ángulos de rigidez.

4.2.4 Establecer

En base al análisis de las actividades críticas identificadas en la etapa de Examinar (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), se establecen propuestas de mejora direccionadas a la solución de dichas demoras, las cuales son detalladas en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y son desarrolladas en los siguientes acápite.

Tabla 20. *Alternativas de mejora*

Actividad Crítica	Alternativa de mejora
Demora en el proceso de movilización	Elaboración del Plan de Movilización

Demora en el armado de Fondo	Modificación del secuenciamiento en el armado de fondo Mejoramiento en la gestión de stock de CO2
Demora en el armado de anillos de casco	Fabricación de soportes de anillos de tanque Mejoramiento en la gestión de carguío de planchas
Demora en el armado de techo	Plan de contingencia por avería camión grúa
Demora en el armado de ángulo de rigidez	Reinducción en procedimiento de inspección, liberación y recepción de materiales al personal relacionado

4.2.4.1 Implementación de un Plan de Movilización

Esta alternativa responde a la actividad “Movilización (Propósito)”, en la cual se identificó demoras, por lo que mediante el establecimiento de un Plan de Movilización se faculta el cumplimiento de la fecha de inicio planificada para el armado en terreno del tanque 2840-TK-002, evitando los 8 días de retraso registrados en el método actual. Para ello elaboró un diagrama de flujo considerando los diferentes actores que participarían dentro de la elaboración y ejecución de este plan, así como sus responsabilidades; este se muestra en el Anexo 33.

4.2.4.2 Modificación de la secuencia en el armado de fondo

La alternativa de mejora propuesta considera que el armado del fondo se realice de inicio a fin en una sola etapa, partiendo del trazo de ubicación de planchas de fondo y culminando con soldeo de juntas, para luego dar pase a la instalación de facilidades. Logrando disminuir de 18.5 horas a 9.5 horas, estimando un ahorro de 9 horas en la ejecución de dicha tarea.

4.2.4.3 Mejoramiento en la gestión de stock de CO2

Con relación a las demoras identificadas por el desabastecimiento de dióxido de carbono, se propone mejorar la gestión de inventarios en el proyecto, estableciendo un punto de reorden en función al consumo y el tiempo de espera de reabastecimiento; además de un inventario de seguridad eliminando las 30 horas de espera registradas en el método actual.

A continuación, se presenta el análisis realizado para establecer la Cantidad Económica de Pedido - CEP, punto de reorden y el inventario de seguridad según (29), en base al consumo de dióxido de carbono de dos máquinas de soldar.

Tabla 21. *Análisis del consumo semanal de dióxido de carbono*

Ítem	Descripción del equipo	Nro Serie	Cant. (unid)	Tiempo de soldeo promedio diario (hrs)	Caudal de CO2 (Lt/min)	Consumo diario (m3)	Consumo semanal (m3)
01	Máquina de soldar FRONIUS	FVG-00542R	1	4	22.5	5.4	37.8
02	Máquina de soldar FRONIUS	FVG-00784R	1	4	22.5	5.4	37.8
Total						10.8	75.6

El consumo semanal de dióxido de carbono es de 75.6 metros cúbicos (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), considerando un promedio del caudal de dióxido de carbono para cada máquina de soldar de 22.5 Lt/min según lo establecido en el procedimiento de soldadura (WPS) y un tiempo promedio diario de soldeo de 4 hrs, según datos recolectados en el diagrama de análisis del proceso de armado de tanque.

Tabla 22. Análisis del punto de reorden

Ítem	Tipo de cilindro	Peso por balón (kg)	Volumen por balón (m3)	Consumo Semanal (m3)	Balones requeridos por semana (und)	Tiempo de espera de reabastecimiento (días)	Punto de reorden (m3)
01	Cilindro de CO2	29	15.5	75.6	4.9	5	54

El punto de reorden está representado por 54 metros cúbicos (3.5 balones), esta cantidad refleja el acumulado de la demanda del producto durante el tiempo de espera de reabastecimiento (5 días), como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Para el cálculo de la CEP se emplea la siguiente fórmula:

$$CEP = \sqrt{\frac{(A \times D \times CA)}{CI \times PU}}$$

En donde:

A: Duración del proyecto en semanas

D: Demanda semanal promedio de balones de 29 kg de dióxido de carbono

CA: Costos administrativos por ordenar el producto en soles

CI: Porcentaje de costo del producto que equivale al costo de mantener el inventario

PU: Precio unitario del producto en soles

$$CEP = \sqrt{\frac{(16 \times 5 \times 374.17)}{0.2 \times 327.01}}$$

$$CEP = 21.3 \cong 22 \text{ unidades}$$

La cantidad económica de pedido (CEP) relaciona el costo de realizar el pedido y el costo del mantenimiento del inventario, para este caso se considera una cantidad de 22 unidades.

Cabe considerar que la capacidad actual de almacenaje es de 12 balones, por lo que tendría que implementarse 01 jaula de capacidad de 12 balones para cubrir la CEP.

Por último, se determinará el inventario de seguridad mediante la siguiente fórmula:

$$IS = z \times \sigma_d \times \sqrt{TE}$$

En donde:

IS: Inventario de seguridad en unidades

Z: para un nivel de servicio al cliente de 90%, $z = 1.29$

Para un nivel de servicio al cliente de 95%, $z = 1.65$

Para un nivel de servicio al cliente de 99%, $z = 2.33$

σ_d : Desviación estándar de la demanda para un día

TE: Tiempo de espera en día

$$IS = 1.29 \times 1 \times \sqrt{5}$$

$$IS = 2.88 \cong 3 \text{ unidades}$$

Esta cantidad deberá ser sumada al punto de reorden considerando 7 balones en total.

4.2.4.4 Fabricación de soportes de anillos de tanque

Frente a la demora identificada en el armado de anillos, debido a la observación de seguridad del cliente sobre la altura de los ángulos de soporte de los anillos que dificultaba el acceso del personal al interior del tanque, se debe de considerar una nueva altura de 70 cm para el armado de futuros tanques, así como la modificación del procedimiento de trabajo seguro. Esta modificación considera 284.15 kg adicionales para fabricación a un precio de 1.93 dólares por kilogramo hace un total de 548.40 dólares; con ello se hubiese evitado las 60 horas de paralización y las 14 horas destinadas a la modificación de soportes.

4.2.4.5 Mejoramiento en la gestión de carguío de planchas

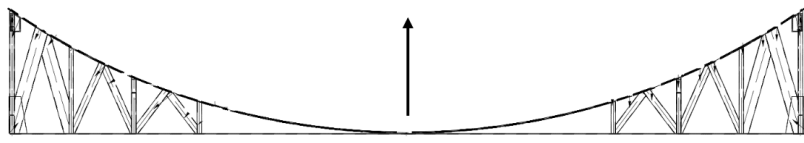
Frente a las demoras ocasionadas por el reordenamiento de planchas roladas, se plantea establecer un documento generado por supervisión de obra, que le permita transmitir su necesidad de ordenamiento de planchas al supervisor de carguíos de taller Arequipa, quién deberá de cumplir con lo requerido por obra o en caso contrario comunicar con anticipación cualquier contratiempo que pueda existir; dicho formato se muestra a continuación en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Con ello se estaría eliminando 5 horas invertidas en terreno para el reordenamiento de planchas.

Proyecto:

Supervisor:

Código de tanque: Peso total: Fecha de Solicitud:

Ordenamiento solicitado:



Código	
Plancha N° 5:	<input type="text"/>
Plancha N° 4:	<input type="text"/>
Plancha N° 3:	<input type="text"/>
Plancha N° 2:	<input type="text"/>
Plancha N° 1:	<input type="text"/>
Plancha N° 0:	<input type="text"/>

Fecha requerida en campo:

Observaciones:

Figura 27. Formato de supervisión de obra

4.2.4.6 Plan de contingencia por avería camión grúa

Responde a la actividad “Armado de techo (medios)”. Frente a las demoras presentadas en el proceso de armado de techo por la no disponibilidad de camión grúa, se recomienda generar un plan de contingencia que considere el alquiler de otro equipo, mientras se levantan las observaciones mecánicas que pudiesen existir. Sin embargo, se debe tener especial cuidado con el cumplimiento del plan de mantenimiento preventivo del equipo. Con ello se hubiese evitado 26 horas de stand by por falta de camión grúa para el montaje del tramo 2 de la columna central de tanque.

4.2.4.7 Reinducción en procedimiento de inspección, liberación y recepción de materiales al personal relacionado

Responde a la actividad de Armado de ángulo de rigidez (propósito). Frente a las demoras presentadas por tener que enderezar los ángulos de rigidez, se plantea realizar una reinducción al personal involucrado en el proceso de inspección, liberación y recepción de materiales sobre los procedimientos aplicables. Dicha reinducción se daría de forma virtual considerando los procedimientos y formatos asociados, evitando gastar 12 horas de trabajo en el enderezado de los ángulos en terreno.

4.2.5 *Evaluar y definir*

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se presenta la inversión necesaria para la implantación del método mejorado, así como los beneficios económicos que la empresa deja de perder por la implantación de la mejora. El detalle de la obtención de cada uno de estos montos se encuentra en los Anexo 35 y Anexo 36, para el beneficio económico y para la inversión, respectivamente.

Tabla 23. *Inversión en implantación de método mejorado y beneficio económico*






Ítem	Descripción	Inversión en método mejorado (US\$)	Beneficio Económico (US\$)
1	Elaboración del Plan de Movilización	2834.30	4,000.00
2	Modificación de secuencia de armado de fondo	329.30	889.90
3	Mejoramiento en la gestión de stock de CO2	814.00	3,871.50
4	Fabricación de soportes de anillos de tanque	850.40	9,379.40
5	Mejoramiento en la gestión de carguío de planchas	236.30	528.45
6	Plan de contingencia por avería camión grúa	2161.00	4,088.60

Ítem	Descripción	Inversión en método mejorado (US\$)	Beneficio Económico (US\$)
7	Reinducción en procedimiento de inspección, liberación y recepción de materiales al personal relacionado	450.00	966.50
Total		7,675.30	23,724.35

En base a las propuestas de mejora presentadas en el paso “Establecer”, se elabora el Diagrama de Análisis del Proceso del método mejorado (Anexo 34).

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra el comparativo entre el método actual (2840-TK-001) y el método mejorado propuesto (2840-TK-002), donde se puede observar la reducción en los tiempos de ejecución pasando de 1,260 a 1,025 horas, lo que representa una disminución considerable de los tiempos en 23 días de trabajo. Así mismo se tiene un ahorro en la cantidad de actividades tipo operación, transporte y espera.

Tabla 24. Comparativo método actual vs método mejorado

Actividad	Actual	Mejorado	Economía
Operación 	467	462	5
Transporte 	303	296	7
Espera 	204	198	6
Inspección 	178	179	-1
Almacenamiento 	51	51	0
Tiempo (hrs)	1260	1025	235
Tiempo (día)	126	103	23
Soldadura (mts)	1,031.71	1,031.71	0
Material (kg)	34,015.97	34,015.97	0

4.2.6 *Implantar y controlar*

Para este paso, se inicia con presentar el método mejorado al Gerente de Proyecto, quien tiene la decisión final acerca de la aprobación de los cambios propuestos para aplicarlos en la fabricación de los tanques. La implementación de las mejoras se desarrolla en base al siguiente cronograma de implementación.

Tabla 25. *Cronograma de plan de implementación*

Actividades	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10
Reunión de difusión - Línea de mando	X									
Reunión de difusión - Equipo de proyecto		X								
Taller focalizado 1 - Línea de Mando			X							
Taller focalizado 2 - Supervisión de campo y obreros			X							
Taller focalizado 3 - Área logística				X						
Taller focalizado 4 - Área de planeamiento				X						
Reunión de inicio de implantación					X					
Seguimiento de implantación						X	X	X	X	X

Es importante que para el plan de implantación se involucre a todos los miembros del equipo de proyecto, puesto que su aporte respecto a los cambios es importante, se considera las siguientes áreas:

- Área de control de la calidad.
- Planeamiento obra.
- Planeamiento planta.
- Construcción.
- Oficina técnica.
- Seguridad y Salud Ocupacional.

- Logística.
- Fabricación taller.

Como consecuencia de la implementación es relevante también su seguimiento, para verificar el cumplimiento de lo establecido.

Para ello, se elaboraron documentos como check list de verificación en donde se detalla aspectos de mejora con el fin de poder realizar el control en el nuevo método de fabricación para los tanques.

Tabla 26. *Check List de verificación*

Check list de verificación					Código: SIG_PF 00 Versión: 01 Fecha: 20 / 03 /2021	
Tipo de control: Diario <input type="radio"/> Semanal <input type="radio"/>		Área:		Hora:		
Nº	Actividades del proceso a inspeccionar	T 1	T 2	T 3	T 4	T 5
		Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:	Fecha:
1	Se realizó la movilización de personal, según el plan de movilización					
2	Se realizó la movilización de material, según el plan de movilización					
3	Se realizó la movilización de equipos, según el plan de movilización					
4	El personal conoce la nueva secuencia de armado de tanque					
5	Se cumple con el plan de mantenimiento de los equipos críticos.					
6	Se realizó la modificación de la altura de los elementos de soporte de anillos					
7	Se realizó el carguío de planchas en taller según formato emitido por obra					
8	Se realizó la capacitación de personal en procedimiento de inspección, liberación y recepción de materiales					
Observaciones:			Firma:			
			Apell y Nomb:			
			Cargo:			

4.3 Comparativo de productividad

Considerando la eficiencia y eficacia de la situación base -Tanque 2840-TK001 y la situación con el método mejorado -Tanque 2840-TK002 (desarrollados párrafos adelante), se tiene una diferencia entre ambas de 0.25 puntos, ya que se incrementa la productividad en cuanto al desarrollo del proceso de “Armado de tanque” de 0.44 a 0.69.

Tabla 27. *Comparativo de Productividad*

	Eficacia	Eficiencia	Productividad
Productividad (Sin mejora) 2840-TK-001	0.83	0.53	0.44
Productividad (Con la mejora) 2840-TK-002	0.89	0.77	0.69

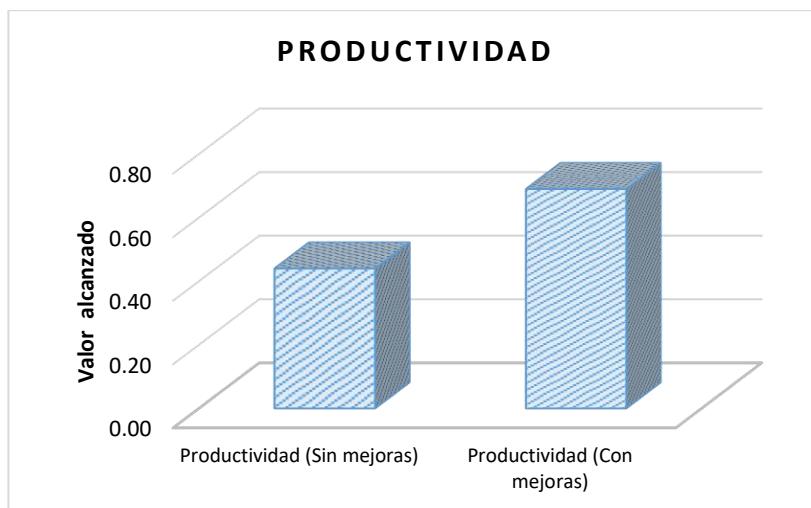


Figura 28. *Comparativo de Productividad*

4.3.1 Dimensión: Eficiencia

En el método actual, se muestra el consolidado de los datos recopilados semanalmente desde el mes de diciembre de 2020 hasta abril de 2021, con relación al avance real u horas hombre ganadas (Capacidad usada) y la cantidad de horas hombre disponibles u horas hombre gastadas (Capacidad disponible) de la fabricación del tanque 2840-TK-001 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). Además, se muestra la evolución de la eficiencia desde el inicio del montaje en terreno hasta la fecha de corte; considerando una eficiencia global del 0.53 para dicha fecha.

Tabla 28. Eficiencia de fabricación del tanque 2840-TK-001 (Sin la mejora)

Semana	Fecha	Horas hombre ganadas	Horas hombre gastadas	Eficiencia
1	25-Dic-20	39.40	62.00	0.64
2	01-Ene-21	27.86	23.00	1.21
3	08-Ene-21	472.48	772.00	0.61
4	15-Ene-21	325.00	272.61	1.19
5	22-Ene-21	195.00	275.99	0.71
6	29-Ene-21	397.38	516.00	0.77
7	05-Feb-21	22.89	400.00	0.06
8	12-Feb-21	506.27	509.89	0.99
9	19-Feb-21	272.39	1,024.34	0.27
10	26-Feb-21	342.67	719.83	0.48
11	05-Mar-21	225.86	784.00	0.29
12	12-Mar-21	250.46	530.00	0.47
13	19-Mar-21	150.15	358.68	0.42
14	26-Mar-21	304.55	650.78	0.47
15	02-Abr-21	528.44	1,030.00	0.51
16	09-Abr-21	227.61	480.00	0.47
17	16-Abr-21	341.12	710.00	0.48
18	23-Abr-21	553.57	860.00	0.64

Semana	Fecha	Horas hombre ganadas	Horas hombre gastadas	Eficiencia
19	30-Abr-21	402.89	490.00	0.82
Total		5,585.99	10,469.12	0.53

Por otro lado, para el método mejorado (tanque 2840-TK-002), se considera las siguientes semanas a partir de mayo, respecto al avance real u horas hombre ganadas (Capacidad usada) y una cantidad de horas hombre disponibles u horas gastadas (Capacidad disponible) como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**; obteniendo una eficiencia de 0.77 puntos.

Tabla 29. *Eficiencia de fabricación del tanque 2840-TK-002 (Con la Mejora)*

Semana	Fecha	Horas hombre ganadas	Horas hombre gastadas	Eficiencia
1	7-May-21	65.8	80	0.82
2	14-May-21	64.79	130	0.50
3	21-May-21	475	380	1.25
4	28-May-21	454	350	1.30
5	4-Jun-21	485.6	590	0.82
6	11-Jun-21	521.9	510	1.02
7	18-Jun-21	434.21	620	0.70
8	25-Jun-21	600.4	600	1.00
9	2-Jul-21	492.2	720	0.68
10	9-Jul-21	398.78	700	0.57
11	16-Jul-21	322.2	660	0.49
12	23-Jul-21	485.23	669	0.73
13	30-Jul-21	179.33	420	0.43
14	6-Ago-21	178.95	360	0.50
15	3-Set-21	427.6	430	0.99
16	10-Set-21			0
17	4-Set-21			0
18	11-Set-21			0

Semana	Fecha	Horas hombre ganadas	Horas hombre gastadas	Eficiencia
19	5-Set-21			0
Total		5,585.99	7,219.00	0.77

Por lo anterior, se evidencia la mejora de la eficiencia en el proceso del armado y soldado del tanque, con un incremento de 0.24 puntos.

Tabla 30. Comparación de Eficiencia

	Eficiencia (Sin mejora)	Eficiencia (Con mejora)
Horas hombre ganadas	5,585.99	5,585.99
Horas hombre gastadas	10,469.12	7,219.00
Eficacia	0.53	0.77

4.3.2 Dimensión: Eficacia

Para el método actual se consideró el consolidado de los datos recopilados semanalmente desde el mes de diciembre de 2020 hasta abril de 2021, en relación con el avance real u horas hombre ganadas (Producción Real) y el avance planificado u horas hombre planificadas (Producción Programada) de la fabricación del tanque 2840-TK-001 (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). En base a ello, se calcula la evolución de la eficacia desde el inicio del montaje en terreno hasta la fecha de corte 30 de abril; para esta dimensión se halló una eficacia global del 0.83 puntos.

Tabla 31. Eficacia de fabricación del tanque 2840-TK-001 (Sin la mejora)

Semana	Fecha	Horas hombre ganadas	Horas hombre planificadas	Eficacia
1	25-Dic-20	39.40	53.00	0.74
2	01-Ene-21	27.86	371.00	0.08
3	08-Ene-21	472.48	371.00	1.27
4	15-Ene-21	325.00	369.00	0.88
5	22-Ene-21	195.00	369.00	0.53
6	29-Ene-21	397.38	369.00	1.08
7	05-Feb-21	22.89	369.00	0.06
8	12-Feb-21	506.27	369.00	1.37
9	19-Feb-21	272.39	369.00	0.74
10	26-Feb-21	342.67	369.00	0.93
11	05-Mar-21	225.86	589.00	0.38
12	12-Mar-21	250.46	689.00	0.36
13	19-Mar-21	150.15	644.00	0.23
14	26-Mar-21	304.55	445.00	0.68
15	02-Abr-21	528.44	516.00	1.02
16	09-Abr-21	227.61	191.00	1.19
17	16-Abr-21	341.12	52.00	6.56
18	23-Abr-21	553.57	52.00	10.65
19	30-Abr-21	402.89	148.00	2.72
Total		5,585.99	6,704.00	0.83

Respecto al análisis con el método mejorado, se considera un adelanto en la culminación de armado del tanque 2840-TK-002 de tres semanas y media en relación con el tanque 2840-TK-001. Frente a ello la culminación del proyecto se da en la semana 15, con un avance real u horas hombre ganadas (Producción Real) y un avance planificado u horas hombre planificadas (Producción Programada) detallados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..** Obteniendo una eficacia de 0.89 puntos.

Tabla 32. *Eficacia de fabricación del tanque 2840-TK-002 (Con la mejora)*

Semana	Fecha	Horas hombre ganadas	Horas hombre planificadas	Eficacia
1	7-May-21	65.80	53.00	1.24
2	14-May-21	64.79	371.00	0.17
3	21-May-21	475.00	371.00	1.28
4	28-May-21	454.00	369.00	1.23
5	4-Jun-21	485.60	369.00	1.32
6	11-Jun-21	521.90	369.00	1.41
7	18-Jun-21	434.21	369.00	1.18
8	25-Jun-21	600.40	369.00	1.63
9	2-Jul-21	492.20	369.00	1.33
10	9-Jul-21	398.78	369.00	1.08
11	16-Jul-21	322.20	589.00	0.55
12	23-Jul-21	485.23	689.00	0.70
13	30-Jul-21	179.33	644.00	0.28
14	6-Ago-21	178.95	445.00	0.40
15	3-Set-21	427.60	516.00	0.83
16	10-Set-21			
17	4-Set-21			
18	11-Set-21			
19	5-Set-21			
Total		5,585.99	6,261.00	0.89

En suma, se evidencia la mejora en los niveles de eficacia en el proceso del armado y soldado del tanque ya que se vio un incremento de 0.06 puntos respecto al antes y después de la investigación.

Tabla 33. *Comparación Eficacia*

	Eficacia (Sin la mejora)	Eficacia (Con la mejora)
Horas hombre ganadas	5,585.99	5,585.99

Horas hombre planificadas	6,704.00	6,261.00
Eficacia	0.83	0.89

4.4 Prueba de hipótesis

Con la finalidad de comprobar las hipótesis planteadas a inicios del presente estudio, se realiza una confrontación de las medias de los registros de datos obtenidos de las dimensiones de la variable dependiente Productividad.

Para ello, primero se procedió a analizar el comportamiento de los datos, es decir si siguen una distribución normal o tienen un comportamiento no paramétrico, para tal fin se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk y de acuerdo a los resultados aplicar la prueba T de Student si se tratase de datos paramétricos o en su defecto la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

4.4.1 Prueba de hipótesis general

La prueba de Shapiro-Wilk tiene el siguiente enunciado:

- Ho: Los datos proceden de una distribución normal
- Hi: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión: Rechazar Ho si el valor de $p < 0.05$

Tabla 34. Prueba de normalidad de los datos de la variable "Productividad"

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Productividad (Sin mejora)	,901	15	,098
Productividad (Con mejora)	,920	15	,193

Al tener ambas mediciones un valor de significancia mayor a 0.05, se concluye que los datos siguen una distribución normal. Por lo que se realiza la contrastación de la hipótesis general mediante el estadístico de la T de Student.

Contrastación de hipótesis general

H₀: La aplicación del estudio de métodos no incrementará la productividad en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica.

H_i: La aplicación del estudio de métodos incrementará la productividad en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica.

Bajo la siguiente regla de decisión:

$$H_0 = \mu \text{ Productividad (sin mejora)} \geq \mu \text{ Productividad (con mejora)}$$

$$H_0 = \mu \text{ Productividad (sin mejora)} < \mu \text{ Productividad (con mejora)}$$

Entonces, se rechaza la H₀ si el p-valor < 0.05

Tabla 35. Prueba T de Student para la variable "Productividad"

Productividad (Sin mejora) - Productividad (Con mejora)	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia			

		Inferior	Superior				
-,39413	,31161	,08046	-,56670	-,22157	-4,899	14	,000

En base a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en el que se observa el valor de significancia de 0.000, siendo este menor al 0.05, por lo que queda demostrado que la productividad sin mejora es menor a la productividad con mejora, y se decide rechazar la H_0 , es decir la aplicación del estudio de métodos incrementa la productividad en el proceso de armado de tanques de acero de la empresa metalmecánica.

4.4.2 Prueba de hipótesis específica uno

Es necesario primero identificar el comportamiento de los datos de la dimensión “Eficiencia”, a fin de aplicar un estadístico correcto para la validación de la hipótesis específica uno.

La prueba de Shapiro-Wilk tiene el siguiente enunciado:

- H_0 : Los datos proceden de una distribución normal
- H_1 : Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión: Rechazar H_0 si el valor de $p < 0.05$

Tabla 36. Prueba de normalidad de los datos de la dimensión “Eficiencia”

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia (Sin mejora)	,944	15	,431
Eficiencia (Con mejora)	,930	15	,270

Al tener ambas mediciones un valor de significancia mayor a 0.05, se concluye que los datos siguen una distribución normal. Por lo que se realiza la contrastación de la hipótesis específica uno mediante el estadístico de la T de Student.

Contrastación de hipótesis específica 1

H₀: La aplicación del estudio de métodos no incrementará la eficiencia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica.

H_i: La aplicación del estudio de métodos incrementará la eficiencia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmeccánica.

Bajo la siguiente regla de decisión:

$$H_0 = \mu \text{ Eficiencia (sin mejora)} \geq \mu \text{ Eficiencia (con mejora)}$$

$$H_0 = \mu \text{ Eficiencia (sin mejora)} < \mu \text{ Eficiencia (con mejora)}$$

Entonces, se rechaza la H₀ si el p-valor < 0.05

Tabla 37. Prueba T de Student para la dimensión "Eficiencia"

Eficiencia (Sin mejora) - Eficiencia (Con mejora)	Diferencias emparejadas				t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia			

		Inferior	Superior						
		-,18133	,32501	,08392	-,36132	-,00135	-2,161	14	,049

En base a la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en el que se observa el valor de significancia del resultado de la prueba de T de Student es mayor al p-valor 0.05, por lo que queda demostrado que la eficiencia sin mejora es menor a la eficiencia con mejora, y se decide rechazar la Ho, es decir la aplicación del estudio de métodos logró incrementar la eficiencia en el proceso de armado de tanques de acero de la empresa metalmecánica.

4.4.3 Prueba de hipótesis específica dos

Para la validación de la segunda hipótesis específica dos se realiza primero el análisis de normalidad de los datos de la dimensión “Eficacia”, a fin de aplicar un estadístico correcto.

La prueba de Shapiro-Wilk tiene el siguiente enunciado:

- Ho: Los datos proceden de una distribución normal
- Hi: Los datos no proceden de una distribución normal

Regla de decisión: Rechazar Ho si el valor de $p < 0.05$

Tabla 38. Prueba de normalidad de los datos de la dimensión “Eficacia”

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficacia (Sin mejora)	,964	15	,767
Eficacia (Con mejora)	,914	15	,154

De acuerdo a la prueba, los valores de eficacia (con mejora) y eficacia (con mejora), tienen una distribución normal (significancia mayor a 0.05), por lo que es conveniente utilizar la prueba de T de Student.

Contrastación de hipótesis específica dos

H₀: La aplicación del estudio de métodos no incrementará la eficacia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmecánica.

H_i: La aplicación del estudio de métodos incrementará la eficacia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmecánica.

Bajo la siguiente regla de decisión:

$$H_0 = \mu \text{ Eficacia (sin mejora)} \geq \mu \text{ Eficacia (con mejora)}$$

$$H_0 = \mu \text{ Eficacia (sin mejora)} < \mu \text{ Eficacia (con mejora)}$$

Entonces, se rechaza la H₀ si el p-valor < 0.05

Tabla 39. Prueba de T de Student para la dimensión "Eficacia"

Eficacia (Sin mejora) - Eficacia (Con mejora)	Diferencias emparejadas				95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	Superior	Inferior				

-,28460	,36342	,09383	-,48586	-,08334	-3,033	14	,009
---------	--------	--------	---------	---------	--------	----	------

En base a los resultados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en el que se observa el valor de significancia de 0.009, siendo este menor al p-valor 0.05, queda demostrado que la eficacia sin mejora es menor a la eficacia con mejora, y se decide rechazar la H_0 , es decir la aplicación del estudio de métodos incrementa la eficacia en el proceso de armado de tanques de acero de una empresa metalmecánica.

4.5 Análisis económico

Para la evaluación económica de la implementación de todas las mejoras propuestas, se empleó indicadores de rentabilidad como el VAN (Valor Actual Neto), TIR (Tasa Interna de Retorno) y el periodo de recuperación (PR).

En el periodo cero, se ha considerado la inversión inicial de US\$ 7,675.30, dicho monto engloba la inversión de todas las mejoras propuestas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Con relación a los flujos de entrada, los ingresos representan a los montos que la empresa deja de perder a razón de la implementación de las mejoras, el cual se convierte en beneficio económico. Cabe resaltar, que se consideraron períodos mensuales y no anuales, debido a que el estudio aborda la fabricación de un producto único, con características particulares, con un plazo global de ejecución de 6 meses.

La tasa de descuento usada es de 12.73% anual, dicha tasa corresponde al resultado de la aplicación del modelo CAPM, en el que se considera una tasa libre de riesgo (0.0521 T-Bons de USA), el riesgo del mercado (S&P 0.1164), un Beta desapalancado para el sector (0.92) y el riesgo país (0.0160), dichos datos fueron recogidos de la página del profesor Damodaran. Considerando que el periodo de evaluación es en meses, se convierte la tasa de descuento anual a mensual, siendo este de 1%, tasa que es utilizada para realizar la actualización del flujo detallado en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia..**

Tabla 40. Análisis económico método mejorado

Ítem	0 (US\$)	1 (US\$)	2 (US\$)	3 (US\$)	4 (US\$)	5 (US\$)	6 (US\$)
Ingresos		4,507.63	4,270.38	3,321.41	4,982.11	3,558.65	3,084.17
Egresos	-7,675.30						
Ingresos - Egresos	-7,675.30	4,507.63	4,270.38	3,321.41	4,982.11	3,558.65	3,084.17
Saldo actualizado	-7,675.30	4,462.86	4,185.97	3,223.42	4,787.10	3,385.39	2,904.87
Saldo act. acum.	-7,675.30	-3,212.44	973.53	4,196.95	8,984.05	12,369.44	15,274.31

Los resultados de la evaluación económica se muestran en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde se observa un VAN positivo de US\$ 15,274.31, lo que muestra que la inversión estaría generando un beneficio. Con respecto a la TIR, se obtuvo un valor de 49.46%, siendo superior a la tasa de rendimiento efectiva mensual de 1%. Además, se halló que el periodo de recuperación que se daría en poco menos de 2 meses (1.77).

Por todo lo antes mencionado, se considera que la inversión en la implantación del método mejorado es viable económicamente.

Tabla 41. *Indicadores financieros método mejorado.*

Indicador	Valor
VAN	15,274.31
TIR	49.46%
PR	1.77

4.6 Discusión de resultados

El incremento de la productividad en el proceso productivo de las empresas es sin lugar a duda el objetivo de la implementación de diversas mejoras, puesto que ello supone una mejor gestión de recursos para el logro de un mayor rendimiento (9). Razón por la cual muchas investigaciones han direccionado sus estudios para tal fin, como Llanes (11) para una empresa manufacturera o Rojas (16) en una industria textil.

La presente investigación también tuvo como objetivo el incremento de la productividad para una empresa metalmecánica, mediante la aplicación del Estudio de Métodos en el proceso de armado de tanques de acero, mediante el cual se consiguió aumentar la productividad en 0.25 puntos, pasando de 0.44 a 0.69 en dicho proceso, el resultado se vio favorecido por la reducción del tiempo estándar de armado del tanque de 1259.98 horas registradas en el método actual a 1025.48 horas registradas en el método mejorado, adelantando la fecha de culminación en 23 días.

La efectividad de esta herramienta para optimizar procesos fue comprobada también por Alzate y Sánchez (12), quienes para una empresa de calzado lograron

reconocer oportunidades de mejora en el proceso actual de fabricación, y consiguieron reducir el ciclo de trabajo ante la eliminación de cuellos de botella en el proceso, originado por el empleo de herramientas e instrumentos inadecuados. Misma situación fue hallada por Martínez (13) para una línea de producción, la cual no contaba con parámetros de producción, lo que significaba demoras y retrasos, así como un desbalance en la línea de producción y una deficiente planeación para la producción. El Estudio de Métodos entró a tallar en esas deficiencias, como consecuencia se logró identificar las estaciones de trabajo que generaban cuellos de botellas, dato que sirvió para realizar el balanceo de la línea de producción y el establecimiento de indicadores que permitan evaluar el cumplimiento de la producción. Para Doroteo (15), esas mejoras fueron cuantificadas en el incremento de un 27% de la productividad, como resultado de mejoras en la reducción de los traslados innecesarios y el tiempo de ejecución de las actividades de embolsado de concreto.

En suma, de acuerdo a las investigaciones revisadas, se comprueba la efectividad del Estudio de Métodos para mejorar los niveles de productividad.

CONCLUSIONES

- Primera: Se logró demostrar el incremento de la productividad del proceso de armado del tanque de acero de 0.44 a 0.69. Con el resultado se rechaza la hipótesis nula, y se confirma la hipótesis alterna, denotando que la optimización del proceso por la implementación de las mejoras propuestas a través del Estudio de Métodos efectivamente incrementa la productividad. Dicho resultado se vio favorecido por la reducción del tiempo estándar de armado del tanque de 1259.98 horas registradas en el método actual a 1025.48 horas registradas en el método mejorado, adelantando la fecha de culminación en 23 días.
- Segunda: Se consiguió el incremento de la eficiencia en el proceso de armado del tanque de acero en 0.24, con la aplicación del Estudio de Métodos, considerando un avance real u horas hombre ganadas (Producción Real) de 5,585.99 horas y una cantidad de horas hombre disponibles u horas gastadas (Capacidad disponible) de 7,219 horas.
- Tercera: Se obtuvo un incremento de la eficacia en el proceso de armado del tanque de acero en 0.06, con la aplicación del Estudio de Métodos, considerando un avance real u horas hombre ganadas (Producción Real) de 5,585.99 horas y un avance planificado u horas hombre planificadas (Producción Programada) de 6,261.00 horas.

RECOMENDACIONES

- Primera: Con relación a la eficiencia, si bien es cierto se logró un incremento, su valor sigue siendo aún bajo, por lo que se recomienda realizar un estudio a detalle enfocado a la optimización del consumo de horas hombre.
- Segunda: Se recomienda considerar los lineamientos planteados en el método mejorado para el armado de los tanques que aún están pendientes de fabricación.
- Tercera: Se recomienda hacer partícipes a todo el equipo del proyecto en el proceso de implantación del método mejorado, debido a que pueden aparecer observaciones y/o oportunidades de mejora no consideradas. Cabe resaltar que es importante realizar el control y seguimiento de la implantación del método mejorado, para poder alcanzar los objetivos propuestos y no regresar al método anterior.
- Cuarta: Se recomienda aplicar el estudio de métodos a la fase de “Prefabricación de partes en taller”, con el objetivo de incrementar la productividad en dicha fase, considerando la metodología empleada en el presente trabajo de investigación.
- Quinta: Se recomienda tener especial cuidado en la elaboración y ejecución del Plan de Movilización, debido a que se ha observado muchos retrasos en los inicios de actividades de varios proyectos similares por no brindarle la importancia necesaria. Es necesario establecer responsables y agendar reuniones con todo el equipo según lo propuesto en el presente trabajo de investigación.

- Sexta: Se recomienda tomar en consideración los datos obtenidos en el presente trabajo de investigación en cuanto a tiempo de armado de tanque tomando en consideración el peso y dimensiones de este, como referencia para la elaboración de presupuestos.
- Séptima: Se recomienda emplear en la gestión de proyecto el estándar para la dirección de proyectos PMBOK, para mejorar el desempeño adaptando los diferentes principios y herramientas al proyecto.
- Octava: Se recomienda elaborar un plan de mantenimiento que tome en cuenta todos los equipos considerados como críticos para el desarrollo de las actividades, como máquinas de soldar, estación total, entre otros.
- Novena: Se recomienda considerar dentro del proceso de fabricación del tanque la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta tales como: 5 S's, KanBan, control visual, dispositivos Poka Yoke, entre otros. Con la finalidad de reducir los desperdicios, reducir los inventarios y mejorar la eficiencia en cada etapa de la fabricación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

1. VERA, R. *Productividad en el Perú: evolución histórica y la tarea pendiente* [en línea]. Lima : Banco Central de Reserva del Perú, 2013 [fecha de consulta: 9 de agosto de 2021]. Disponible en:
<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Moneda/moneda-153/moneda-153-06.pdf>
2. MARQUINA, P., *et al.* *Resultados del Ranking de Competitividad Mundial 2020* [en línea]. Lima : CENTRUM PUCP, 2020 [fecha de consulta: 13 de agosto de 2021]. Disponible en
<https://cdncentrum.pucp.education/centrum/uploads/2020/06/16160953/informe-ranking-competitividad-2020.pdf?platform=hootsuite>
3. KANAWATY, G. *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra : Oficina Internacional del Trabajo, 1996.522 pp. ISBN: 92-2-307108-9.
4. PINEDA, J. *Análisis del Sector Metalmecánica en el Sur del Perú*. Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2011.
5. MINISTERIO de Energía y Minas (Minem). *Siete proyectos mineros inician su construcción el año 2021. 2020* [fecha de consulta: 13 de agosto de 2021]. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/minem/noticias/320817-siete-proyectos-mineros-inician-su-construccion-el-ano-2021>.
6. PONS, J. y RUBIO, I. *Lean Construction y la planificación colaborativa*. Madrid : Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, 2019. 100 pp. ISBN: 978-84-09-10609-7

7. HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, M. *Metodología de la Investigación*. 6° ed. México, D. F. : McGraw Hill, 2014. 600 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
8. BONILLA, E., **et al.** *Mejora continua de los procesos*. Lima : Universidad de Lima, 2020. 224 pp. ISBN: 978-9972-45-241-3.
9. GARCÍA, R. *Estudio del Trabajo*. 2° ed. México, D. F. : McGraw Hill, 2005. 459 pp. ISBN: 970-10-4657-9
10. PINTO, S. *Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en proyectos de construcción*. Tesis (Magíster en Ciencias de la Ingeniería). Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile, 2010, 320 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021] Disponible en <https://repositorio.uc.cl/xmlui/bitstream/handle/11534/1856/547381.pdf>
11. LLANES, O. *Estudio para incrementar la productividad en la línea de producción de piezas troqueladas*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). México D.F: Universidad Nacional Autónoma de México, 2006, 127 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: https://repositorio.unam.mx/contenidos/estudio-para-incrementar-la-productividad-en-una-linea-de-produccion-de-piezas-troqueladas-3522000?c=B09wnq&d=false&q=*&i=4&v=1&t=search_0&as=0
12. ALZATE, N. y SÁNCHEZ, J. *Estudio de métodos y tiempos de la línea de producción de calzado tipo "Clásicos de Dama" en la empresa de calzado Caprichosa para definir un nuevo método de producción y determinar el tiempo estándar de fabricación*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, 2013, 77 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021].

Disponible en: <https://repositorio.utp.edu.co/server/api/core/bitstreams/33efbe49-9ad0-48a7-9351-0414960d7e97/content>

13. MARTÍNEZ, W. *Propuesta de mejoramiento mediante el estudio del trabajo para las líneas de producción de la empresa CINSA YUMBO*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Santiago de Cali: Universidad Autónoma de Occidente, 2013, 93 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5731/T03766.pdf;jsessionid=07D869CE2BD5EB896D854551252541D6?sequence=1>
14. ZAMORA, P. *Estudio de métodos, tiempos, movimientos y cálculo de la capacidad de producción en el área de bobinado de la empresa ECUATRAN S.A.* Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Ambato: Universidad Técnica de Ambato, 2014, 396 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/8107/1/Tesis_t925id.pdf
15. DOROTEO, L. *Aplicación de la Ingeniería de Métodos para Incrementar la Productividad de la Línea de Producción de Embolsado de Concreto de la Empresa CONCREMAX S.A., Villa el Salvador*. Tesis (Ingeniero Industrial). Lima: Universidad César Vallejo, 2017, 169 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/1470>
16. MORENO, M. y ROJAS, J. *Mejora en gestión de calidad para el incremento de productividad aplicando 5S en empresa de químicos para industria textil*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2021, 180 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en:

<https://repositorio.usil.edu.pe/bitstreams/55b94663-824b-44a4-a2ee-c4e7243ad40e/download>

17. LEÓN, C. y VERGARA, O. *Aplicación de las herramientas del estudio del trabajo para incrementar la productividad en el molino el Comanche SRL*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Chepén: Universidad César Vallejo, 2018, 127 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/37003/Le%c3%b3n_M-C-Vergara_SO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
18. COLLADO, M. y RIVERA, J. *Mejora de la productividad mediante la aplicación de herramientas de ingeniería de métodos en un taller mecánico automotriz*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola, 2018, 137 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en:
<https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/10a415b2-2180-4dd4-9038-2c7552a9a1ae/content>
19. ACUÑA, D. *Incremento de la capacidad de producción de fabricación de estructuras de mototaxis aplicando metodologías de las 5 S's e ingeniería de métodos*. Tesis (Título de Ingeniero Industrial). Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2012, 117 pp. [fecha de consulta: 15 de julio de 2021]. Disponible en:
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/1432>
20. GUTIERREZ, H. *Calidad Total y Productividad*. 3.^a ed. México, D. F. : McGraw Hill, 2010. 370 pp. ISBN: 978-607-15-0315-2.
21. FONTALVO, T., DE LA HOZ, E. y MORELOS, J. *La productividad y sus factores: Incidencia en el mejoramiento organizacional*. *Dimensión Empresarial* [en línea].

2018, 16(1), 47-60. ISSN: 1692-8563. [fecha de consulta: 20 de setiembre de 2021]

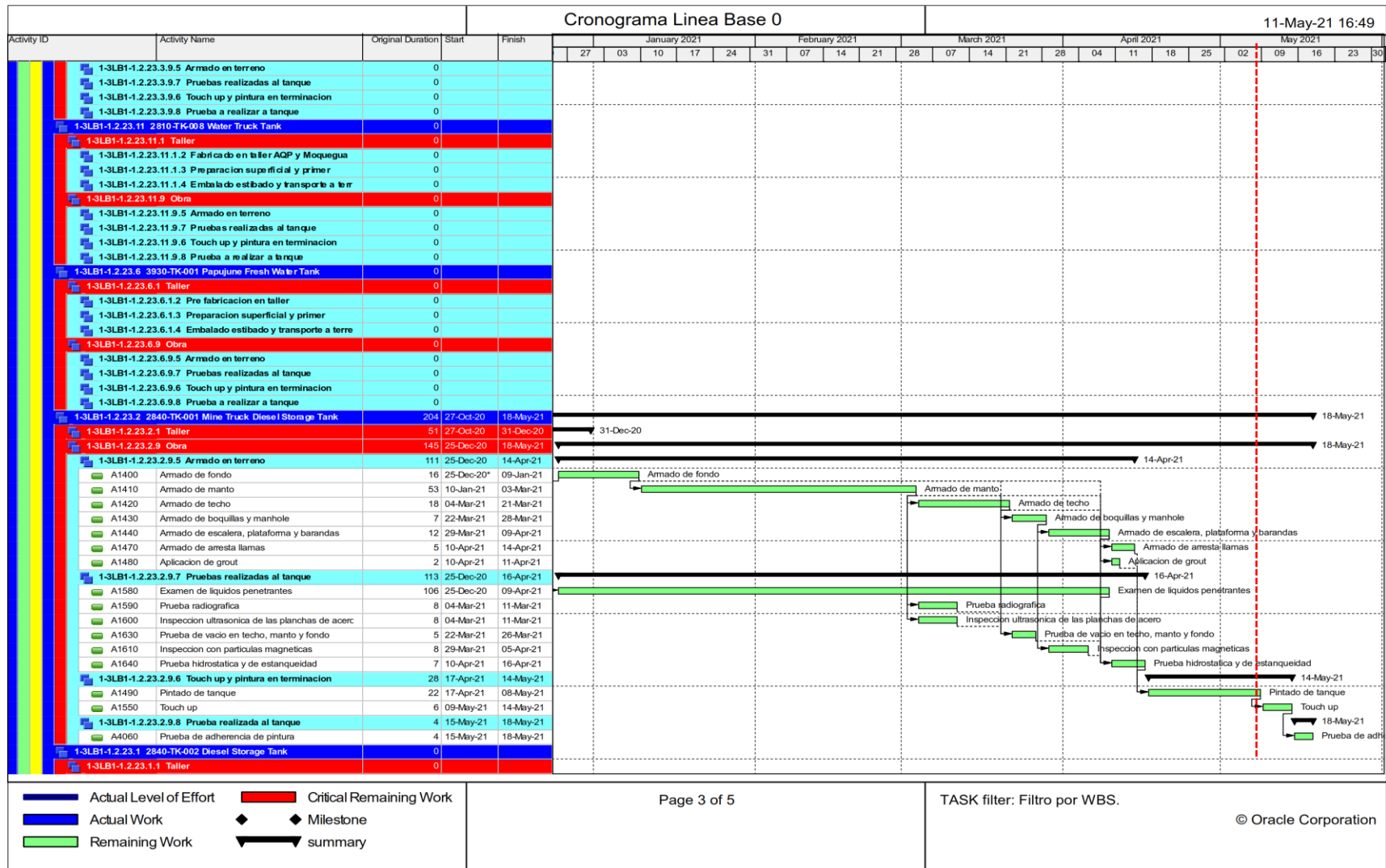
Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/diem/v16n1/1692-8563-diem-16-01-00047.pdf>

22. DELGADO, J., DELGADO, R. y ZULUAGA, C. *Manual de diseño, construcción y montaje de tanques estacionarios de techo cónico según normas API 650*. Santiago de Cali: Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, 1994. 671 pp.
23. FLORES, M. *Consideraciones para el diseño y fabricación de recipientes a presión y tanques atmosféricos*. Saltillo: Corporación Mexicana de Investigación en materiales, 2005. [fecha de consulta: 17 de setiembre de 2021]. Disponible en: <https://comimsa.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1022/190/1/MONO-ETSI-FLORES.RAMIREZ%20%281%29.pdf>
24. SOLDEXA. *Manual de Soldadura*. Lima : Soldexa, 2017. 287 pp.
25. LARY Industrial. *Proceso TIG* [en línea]. Yucataán : Lary Industrial, 2017. [fecha de consulta: 15 de marzo de 2022] Disponible en: https://www.empresaslary.com/catalogos/PROCESO_TIG.pdf
26. API. *Welded Tanks for Oil Storage*. Washington DC: API Publishing Services, 2018. 449 pp.
27. CARRIÓN, F., et al. *La evaluación no destructiva de materiales estructurales y puentes*. Sanfandila : Secretaría de Comunicaciones y Transportes, 2003. ISSN 0188-7297.

28. ORGANISMO Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin).
Glosario.2010. [fecha de consulta: 15 de junio de 2021] Disponible en:
<http://www.osinerg.gob.pe/newweb/pages/GFH/253.htm?1>
29. CHAPMAN, S. *Planificación y Control de la Producción*. México D.F.: Pearson Education, 2006. 288 pp. ISBN: 970260771X.
30. CASTILLO, F. *Recipientes a presión* [en línea]. México: Universidad Nacional Autónoma de México, 2018. [fecha de consulta: 28 diciembre de 2021] Disponible en:
http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m5/Recipientes%20a%20presion.pdf

ANEXOS

Anexo 1 Diagrama de Gantt – Línea Base 0



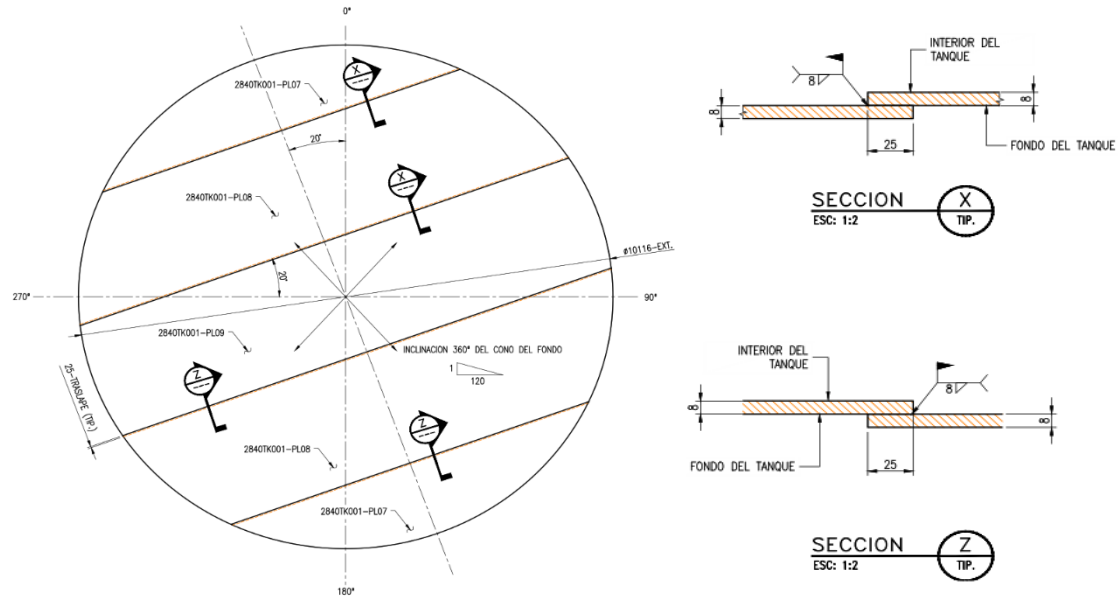
Anexo 3

Detalle de Actividad de Traslado de Materiales

Actividad	Descripción
<p data-bbox="203 321 618 348">Traslado de materiales Pre-Fabricados</p> 	<p data-bbox="826 321 1395 380">Dentro de los elementos prefabricados transportados se consideran los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li data-bbox="826 380 1317 432">- Planchas de fondo habilitadas. (hace mucho chamullo, puede ir a anexos) <li data-bbox="826 432 1411 514">- Planchas de casco habilitadas, roladas y pintadas (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura de la cara exterior). <li data-bbox="826 514 1344 596">- Anillo de rigidez habilitado, rolado y pintado (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura de la cara exterior). <li data-bbox="826 596 1398 678">- Boquillas habilitadas, armadas, soldadas y pintadas (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura de las caras exterior e interior). <li data-bbox="826 678 1398 760">- Silletas de anclaje habilitadas, armadas, soldadas y pintadas (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura). <li data-bbox="826 760 1344 842">- Solapas de boquillas habilitadas y pintadas (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura de las caras exterior e interior). <li data-bbox="826 842 1414 953">- 04 segmentos de la columna de soporte de techo habilitados, armados, soldados y pintados (el pintado corresponde a todas las capas requeridas según especificación técnica). <li data-bbox="826 953 1414 1035">- Soporte de base de columna habilitado, armado, soldado y pintado (el pintado corresponde a todas las capas requeridas según especificación técnica). <li data-bbox="826 1035 1390 1117">- Vigas de techo habilitadas, armadas, soldadas y pintadas (el pintado corresponde a todas las capas requeridas según especificación técnica). <li data-bbox="826 1117 1406 1199">- Ménsulas para vigas habilitadas, armadas, soldadas y pintadas (el pintado corresponde a todas las capas requeridas según especificación técnica). <li data-bbox="826 1199 1411 1281">- Cartelas habilitadas y pintadas correspondientes a la estructura de techo (el pintado corresponde a todas las capas requeridas según especificación técnica). <li data-bbox="826 1281 1403 1392">- Planchas de techo habilitadas y pintadas (el pintado corresponde a todas las capas para la cara interior según especificación técnica y solo una capa para la cara exterior). <li data-bbox="826 1392 1414 1474">- Soportes de regleta habilitados, armados, soldados y pintados (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura). <li data-bbox="826 1474 1411 1556">- Soportes de escalera habilitados, armados, soldados y pintados (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura). <li data-bbox="826 1556 1406 1635">- Soportes de tuberías habilitados, armados, soldados y pintados (el pintado solo corresponde a la primera capa de pintura).

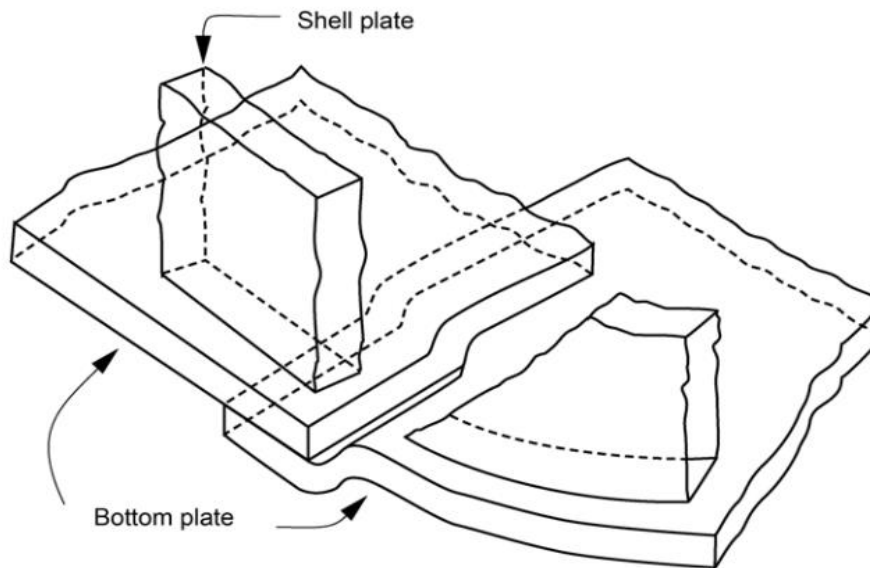
Anexo 4

Actividad: Plano de distribución de planchas de fondo



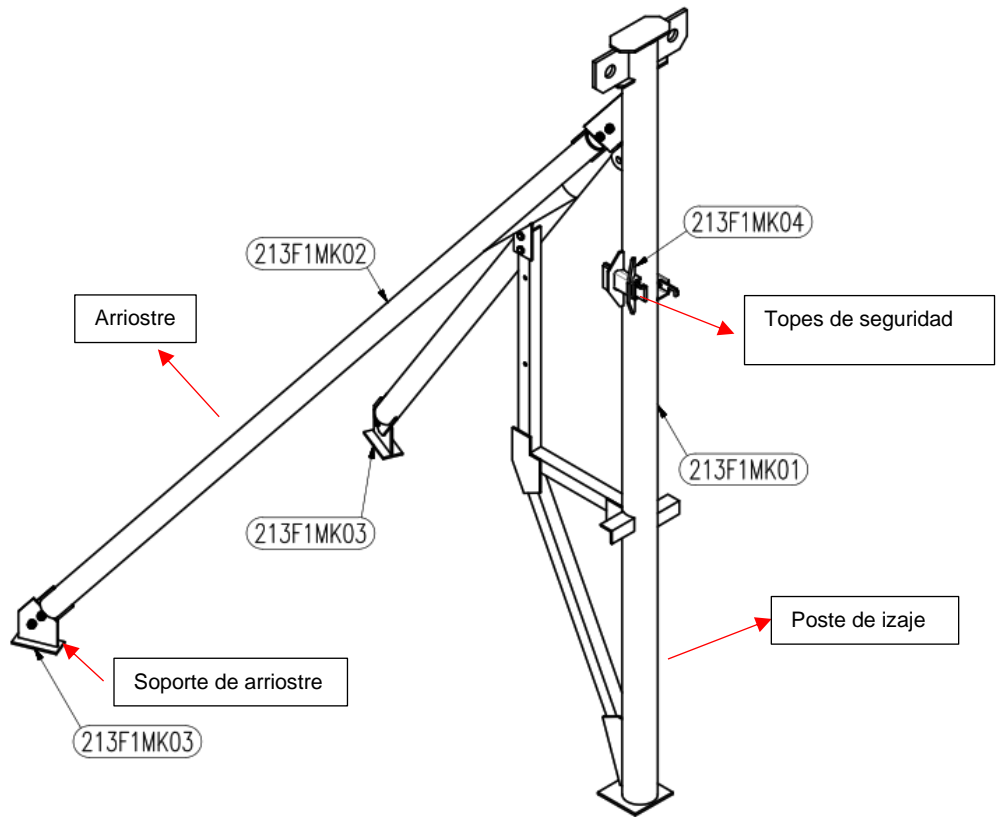
Anexo 5

Método para preparar placas inferiores soldadas por solapamiento debajo de la carcasa del tanque



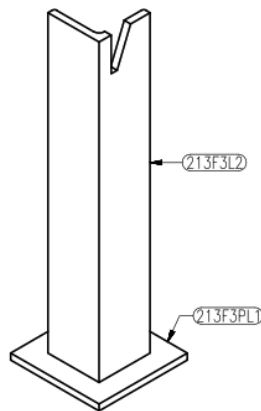
Nota. fuente: Sección V, Pag 5-6, figura 5.3b (26)

Anexo 6
Columna de izaje

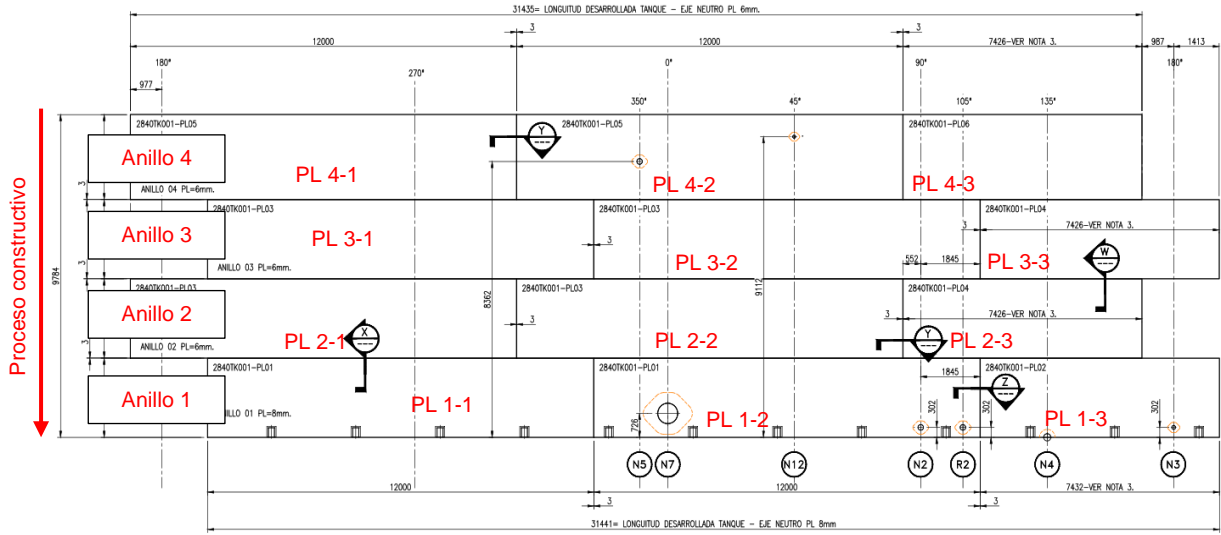


Nota. Fuente: La Empresa

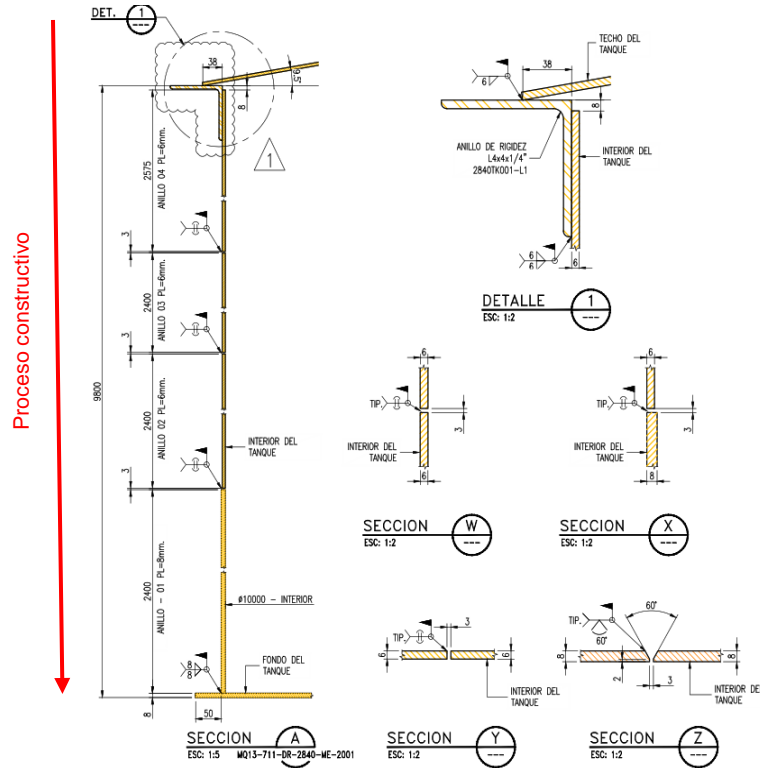
Anexo 7
Ángulo de soporte de anillos



Anexo 8 Desarrollo de casco de tanque 2840-TK-001



Anexo 9 Desarrollo de casco de tanque 2840-TK-001



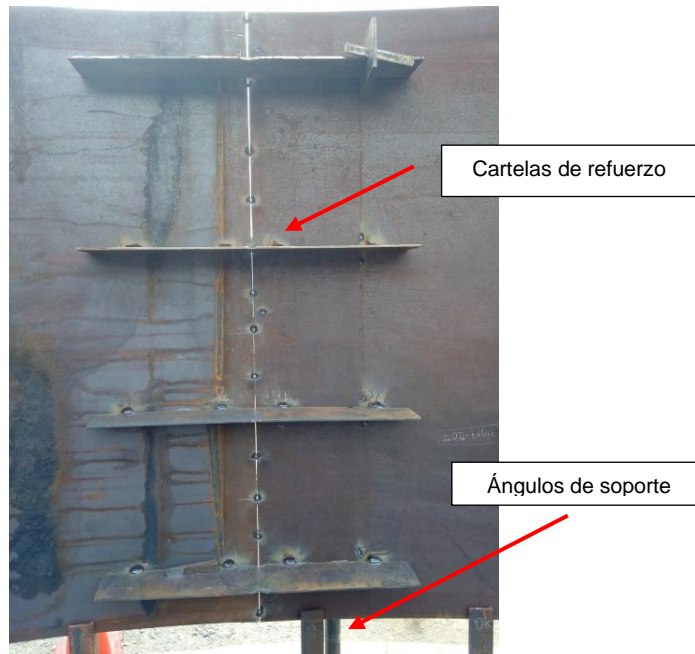
Anexo 10

Colocación de plancha rolada PL 4-1 sobre ángulos de soporte



Anexo 11

Armado de junta vertical



Anexo 12
Armado y soldeo de anillo 4 culminado



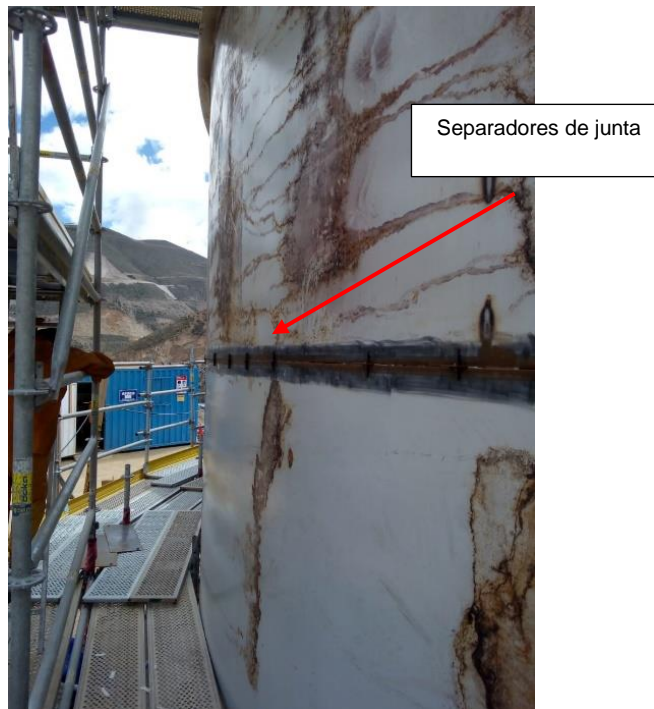
Anexo 13
Colocación de plancha rolada PL 3-2 sobre ángulos de soporte



Anexo 14
Armado de junta horizontal anillo 4-3 (1)



Anexo 15
Armado de junta horizontal anillo 4-3 (2)



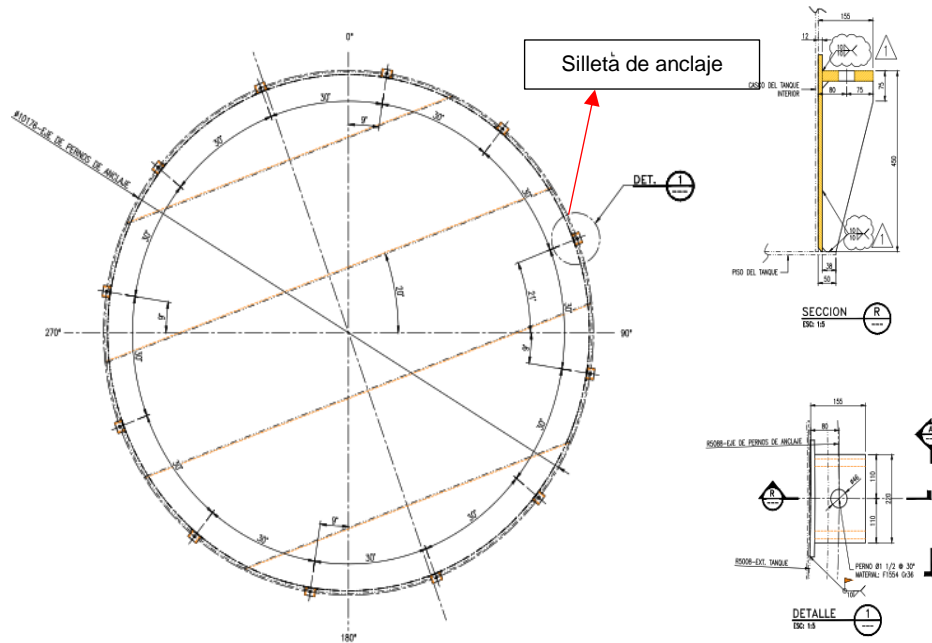
Anexo 16

Izaje de anillo 4-3 e instalación de planchas roladas de anillo 2 PL 2-1



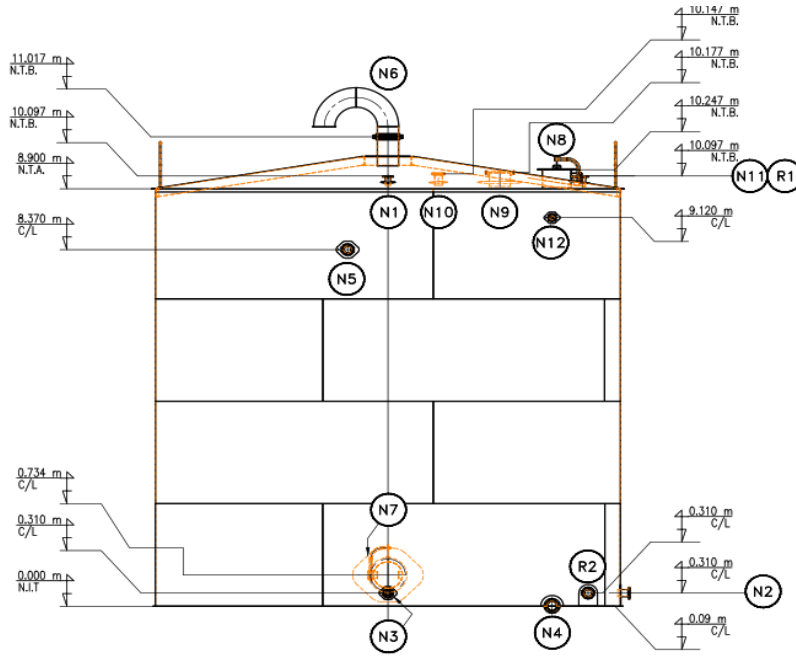
Anexo 17

Distribución de silleas de anclaje alrededor de casco de tanque



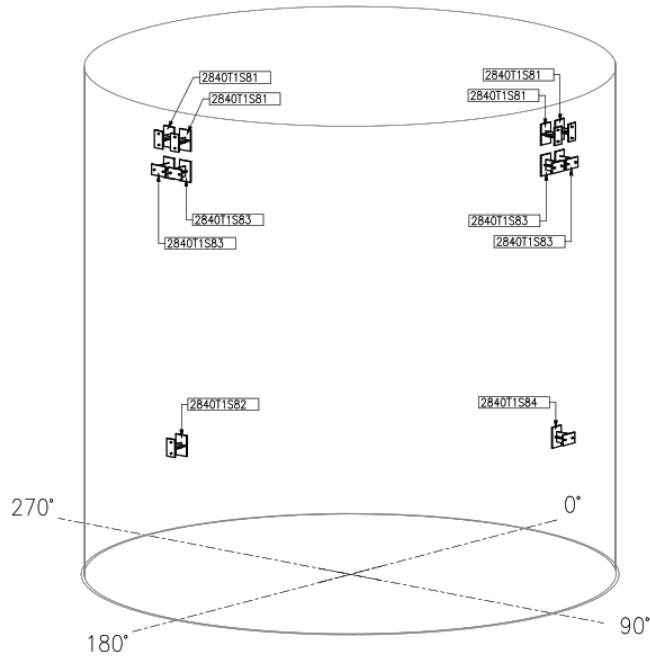
Anexo 18

Distribución de boquillas alrededor de casco de tanque



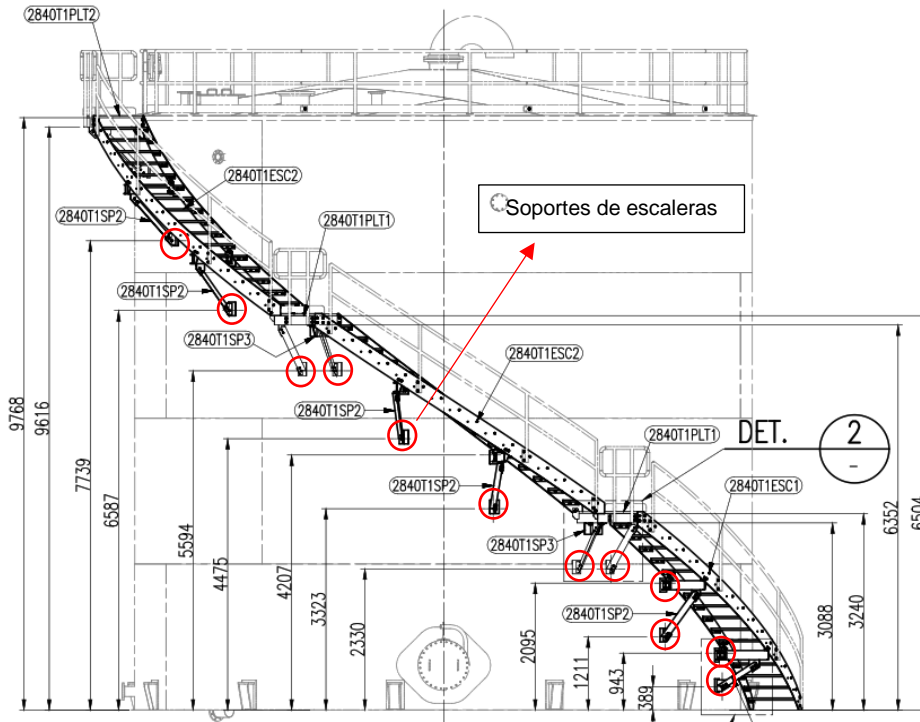
Anexo 19

Distribución de soportes de tuberías alrededor de casco de tanque



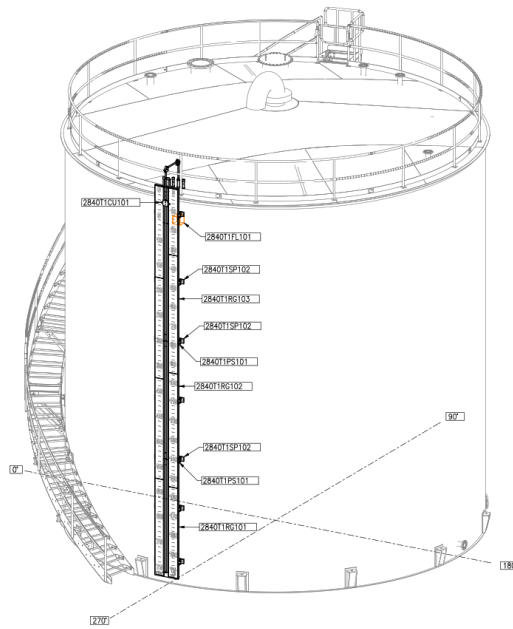
Anexo 20

Distribución de ubicación de soportes de escalera



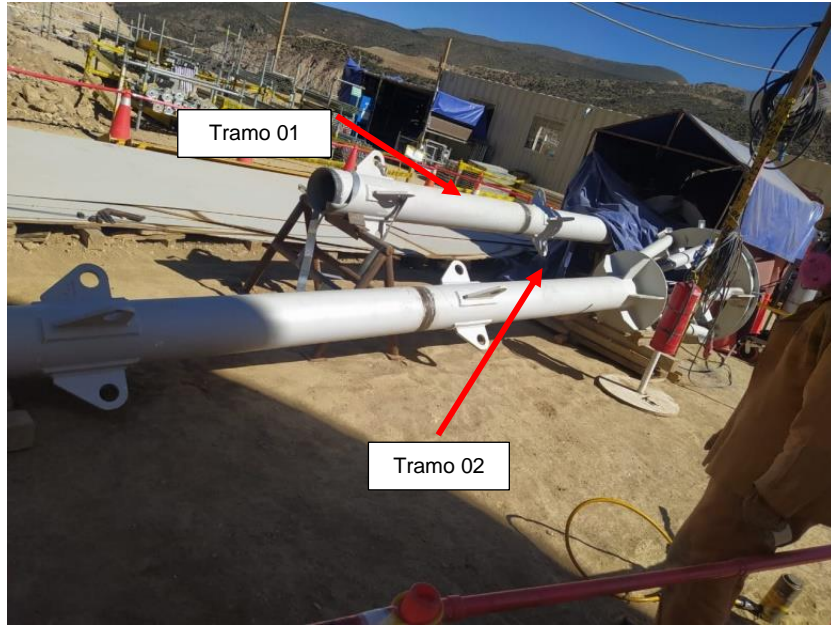
Anexo 21

Distribución de ubicación de soportes de escalera



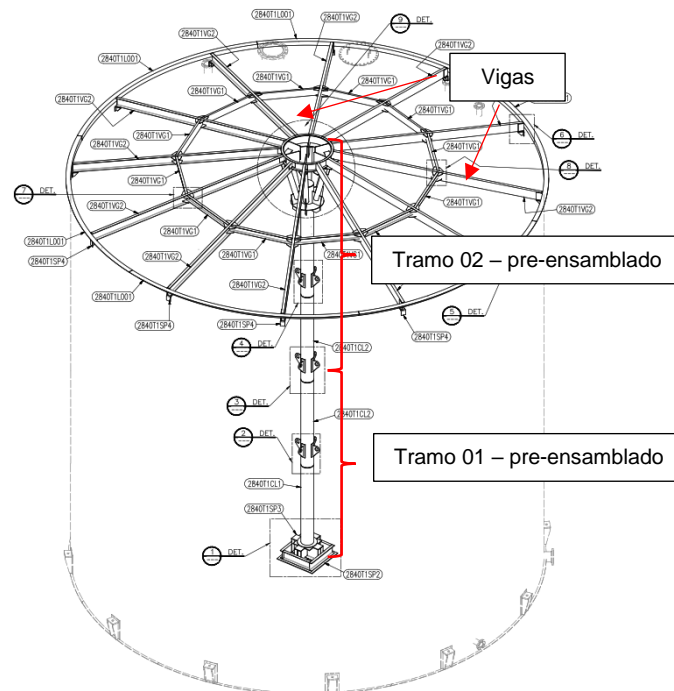
Anexo 22

Pre ensamble de tramo 01 y 02 de columna de soporte



Anexo 23

Isométrico de estructura de soporte de techo



Anexo 24

Tramo 01- base de columna posicionada, armada y soldada



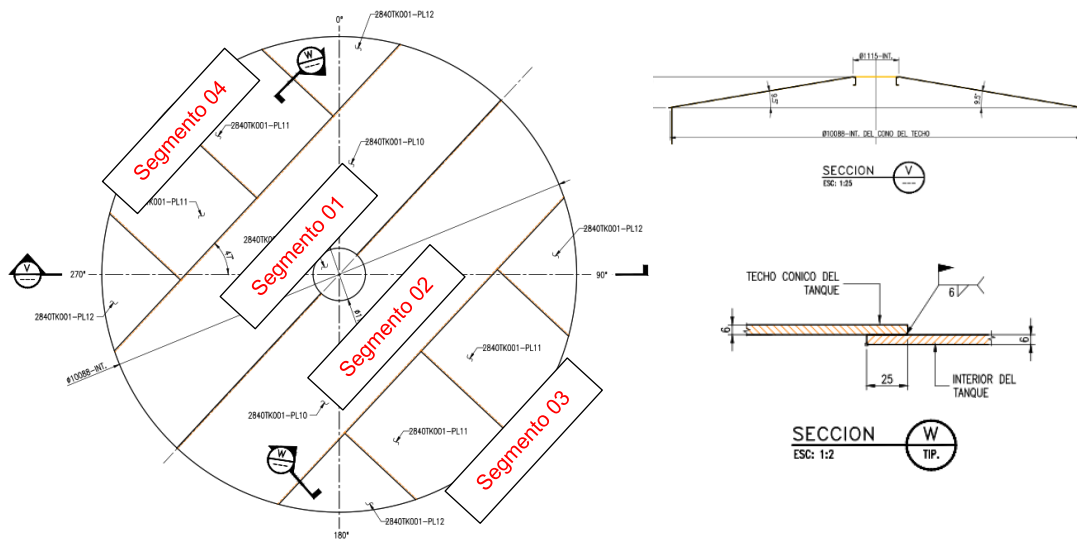
Anexo 25

Tramo 02- soporte de vigas de techo armado y soldado



Anexo 26

Distribución de planchas de techo



Anexo 27

Izaje de segmento 03 de techo



Anexo 28

Posicionamiento de segmento 02 (PL 10) sobre techo de tanque



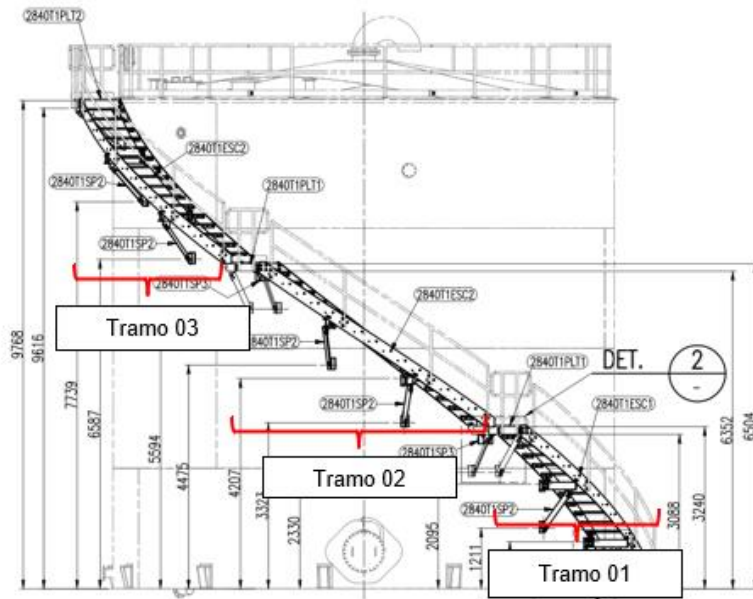
Anexo 29

Pre ensamble de escalera helicoidal 03 tramos



Anexo 30

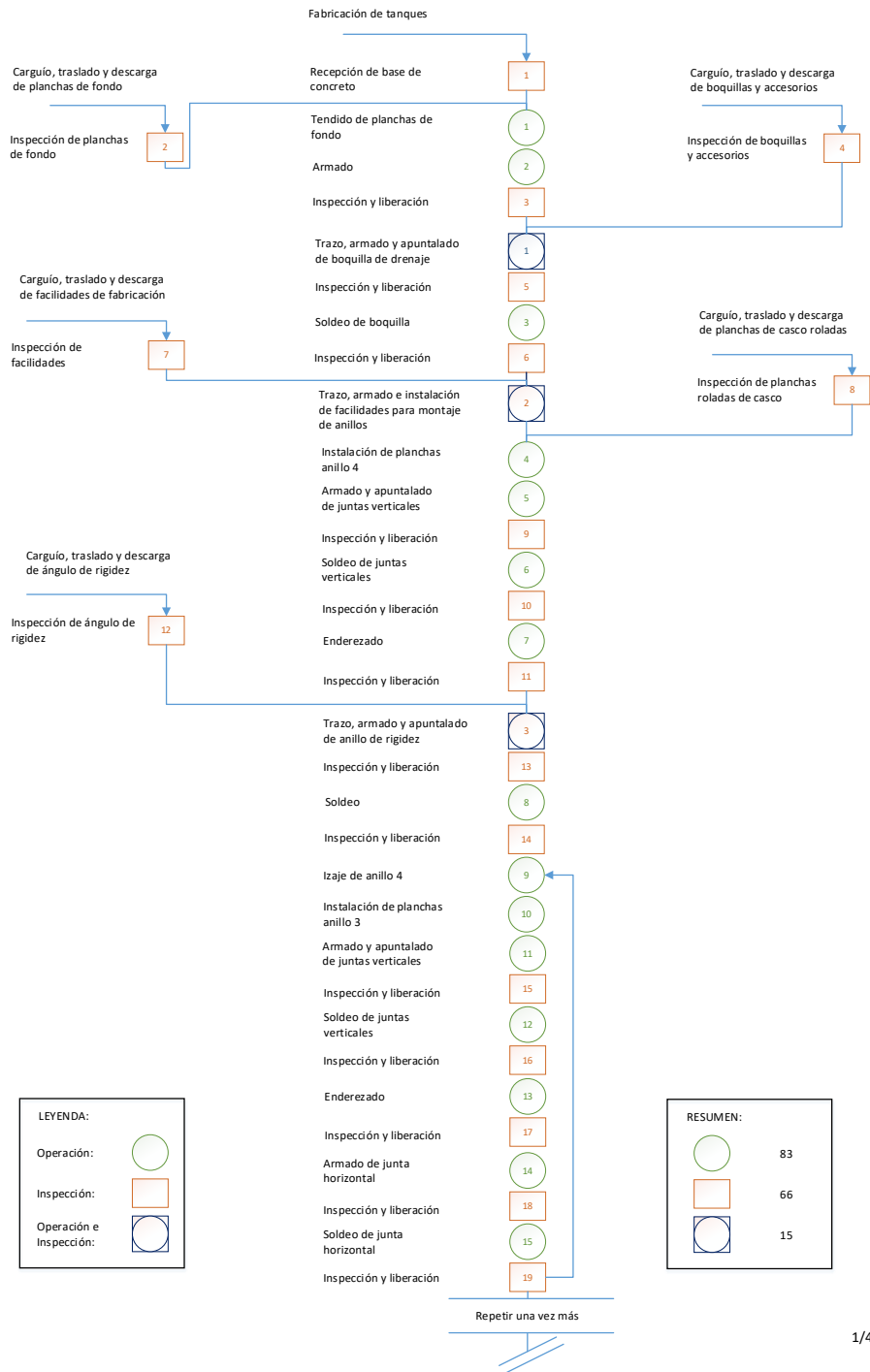
Segmentos 03 y 02 posicionados y apuntalados sobre estructura de soporte de techo



Anexo 31

Diagrama de Operaciones del Proceso

Diagrama de Operaciones del Armado en Terreno de Tanque 2040-TK-001



LEYENDA:

Operación:	
Inspección:	
Operación e Inspección:	

RESUMEN:

	83
	66
	15



Diagrama de Operaciones del Armado en Terreno de Tanque 2040-TK-001



LEYENDA:

Operación:	
Inspección:	
Operación e Inspección:	

RESUMEN:

	83
	66
	15

Diagrama de Operaciones del Armado en Terreno de Tanque 2040-TK-001



Anexo 32.

Diagrama de Análisis de Procesos – Método Actual

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 26		Resumen						
Objeto:	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Planchas de fondo, boquilla N4, facilidades Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001 Método: Actual/Propuesto	Operación	10						
	Transporte	15						
	Espera	12						
	Inspección	7						
	Almacenamiento	4						
Lugar: Área 2840	Distancia (m)							
Operario(s) Ficha núm.	Tiempo (hrs)	107.22						
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge capataz, armador, oficial, topógrafo, op. plataforma	Costo							
	Metro lineal de soldadura	0.20 m						
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14-May	Material	5,919 kg						
Aprobado por: Fecha:	Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo		Observaciones		
Recepción y verificación de base de concreto para tanque				○	□			
Atraso en el inicio de actividades por movilización			80.00			8 días de 10 hrs		
Trazo de ubicación de planchas en base de concreto			1.50			Estación total		
Planchas de fondo en almacén y boquilla N4 (Taller Arequipa)								
Transporte de planchas de fondo y boquilla N4 hasta Taller f	5,919 kg	219 km				Camión plataforma		
Espera de confirmación para ingreso a obra								
Transporte de planchas de fondo y boquilla N4 hasta pie de		104 km				Camión plataforma		
Espera de camión grúa para izaje			0.40					
Izaje de planchas de fondo	5,855 kg		1.00			Camión Grúa		
Traslado de planchas de fondo			0.25			Camión Grúa		
Descarga de planchas de fondo sobre base de concreto			1.00			Camión Grúa		
Inspección visual y dimensional de planchas y boquilla N4			0.80			Ginta métrica		
Posicionamiento de planchas			3.00			Camión Grúa, prensa h		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.18					
Inspección dimensional, verificación topográfica y liberación			0.50			Estación total		
Planchas apuntaladas			1.00			Máquina de soldar		
Boquilla de drenaje en área de almacenamiento temporal o	64 kg							
Traslado de boquilla de drenaje N4			0.08			Carrito con plataforma		
Descarga de boquilla de drenaje sobre planchas de fondo			0.01			A mano		
Espera de llegada de topógrafo			0.20					
Trazo de ubicación de boquilla de drenaje N4 en fondo			0.40			Estación total		
Corte de fondo			0.30			Esmeril		
Giro de plancha PL-7			1.50			Camión grúa		
Armado y apuntalado de boquilla de drenaje en fondo			2.50			Máquina de soldar		
Limpieza de junta			0.05			Esmeril		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20					
Inspección visual y dimensional de armado de boquilla N4			0.60			Estación total		
Soldeo de Boquilla de drenaje N4	0.20 m		0.80			Máquina de soldar		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20					
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.40			Kit de tintes penetrant		
Giro de plancha PL7			2.00			Camión grúa		
Posicionamiento de plancha PL-7			0.80			Camión grúa, máquina		
Soldeo de Boquilla de drenaje N4			0.80			Máquina de soldar		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20					
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.30			Kit de tintes penetrant		
Facilidades de tanque en almacén (Taller Arequipa)								
Transporte de facilidades de tanque hasta Taller Moquegua	5,695 kg					Camión plataforma		
Espera de confirmación para ingreso a obra								
Transportadas hasta pie de obra						Camión plataforma		
Espera de camión grúa para izaje			0.25					
Izaje de facilidades de tanque			2.00			Camión Grúa		
Transporte de facilidades			0.50			Camión Grúa		
Descarga de facilidades en almacén temporal			1.50			Camión Grúa		
Inspección visual y dimensional de facilidades			0.50			Ginta métrica		
Espera de llegada de topógrafo			0.25					
Trazo de casco de tanque en fondo (interior y exterior)			1.00			Estación total		
Postes de soporte en almacén temporal (Facilidades)	2,162 kg							
Espera de camión grúa para izaje			0.25					
Total				10	15	12	7	4

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 2 de 26	Resumen							
Objeto: Postes de soporte, arriostres, escalera, plataformas, ángulos de soporte, planchas de casco A4 y A3	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Operación	10							
Método: Actual/Propuesto	Transporte	24							
Lugar:	Espera	7							
Operario(s) Ficha núm.	Inspección	3							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, riggers, capataz, armador, oficial, topógrafo, op. plataforma	Almacenamiento	4							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Distancia (m)								
Aprobado por: Fecha:	Tiempo (hrs)	25.21							
	Costo								
	Metro lineal de soldadura	1.53 m							
	Material	7,387 kg							
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	→	D	□	▽	
Izaje de postes de soporte			1.00						Camión Grúa
Traslado de postes de soporte			0.25						Camión Grúa
Descarga de postes de soporte			1.00						Camión Grúa
Posicionamiento de postes de soporte y apuntalado	10 unid		3.00						Camión Grúa
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.15						
Inspección dimensional			0.50						Estación total
Soldeo de base de postes de soporte	1.00 m		1.50						Máquina de soldar
Arriostres y orejas de soportes en almacén temporal (Facilidad)	2,333 kg								
Espera de llegada de camión grúa para izaje			0.25						
Izaje de arriostres y orejas de soporte			1.00						Camión grúa
Traslado de arriostres			0.25						Camión grúa
Descarga de arriostres			1.00						Camión grúa
Arriostres emperrados con postes de soporte y orejas de soporte			1.50						Perno Hex. 3/4"x2", cam
Apuntalado de orejas de soporte de arriostres en fondo			0.80						Máquina de soldar
Soldeo de orejas de soporte de arriostres			2.00						Máquina de soldar
Arriostres emperrados a orejas de soporte			0.20						Perno Hex. 3/4"x2"
Espera de llegada de topógrafo			0.25						
Ángulos de soporte planchas de casco en almacén temp. (Facilidad)	18 unid								
Traslado de ángulos de soporte			0.15						Carrito con plataforma
Descarga de ángulos de soporte en su posición			0.10						A mano
Proyección de trazo de casco, del fondo hacia ángulos de soporte			3.00						Estación total
Apuntalado de ángulos de soporte			1.50						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección dimensional			1.00						Estación total
Soldeo de ángulos de soporte	0.53 m		1.50						Máquina de soldar
Planchas de casco (A4-A3) en almacén (Taller AQP)	7,387 kg								
Transporte de planchas de casco (A4-A3) hasta Taller Moquegua									Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transporte de planchas de casco (A4-A3) hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de llegada de camión grúa para izaje			0.25						
Izaje de cama-cuna con planchas de casco (A4-A3)			0.50						Camión grúa
Transporte de cama-cuna con planchas de casco (A4-A3)			0.10						Camión grúa
Descarga de cama-cuna con planchas de casco (A4-A3) en almacén temporal			0.50						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de planchas (A4-A3)			0.20						Cinta métrica
Planchas de casco (A4-A3) en almacén temporal	7,387 kg								
Espera por preparación de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de plancha de casco A4-1	1,455 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A4-1			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A4-1			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A4-2	1,455 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A4-2			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A4-2			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A4-3	913 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A4-3			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A4-3	10 unid		0.02						A mano
Total				10	24	7	3	4	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 4 de 26	Resumen								
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Planchas de casco A4	Operación	15								
Actividad:	Transporte	11								
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	12								
Método: Actual/Propuesto	Inspección	7								
Lugar:	Almacenamiento	3								
Operario(s)	Distancia (m)									
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	11.48								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo									
capataz, armador, oficial, topógrafo	Metro lineal de soldadura	7.73 m								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material									
Aprobado por: Fecha:	Total									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	D	□	▽			
Planchas A4-3 y A4-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10							Tecle ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A4-3 y A4-1	6 unid		0.20							Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A4-3 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50							Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20							Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de armado de junta vertical			0.33							
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-3 (ra	2.58 m		0.83							Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-3			0.20							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.50							Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-3	2.58 m		0.83							Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-3			0.20							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.17							Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-3	1.29 m		0.42							Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25							Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-3 (c	1.29 m		0.42							Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-3			0.20							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25							Kit de tintes penetrant
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)										
Espera de llegada de camión grúa			0.20							
Izaje de prensa de enderezado			0.20							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A4-1			0.20							Camión grúa
Enderezado de junta JV-A4-1			0.67							Bomba hidraulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A4-1			0.17							Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.20							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A4-2			0.20							Camión grúa
Enderezado de junta JV-A4-2			0.67							Bomba hidraulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A4-2			0.17							Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.20							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A4-3			0.20							Camión grúa
Enderezado de junta JV-A4-3			0.67							Bomba hidraulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A4-3			0.17							Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descarga en área de almacenamiento temporal obra										Camión grúa
Plataformas intermedias en almacén temp (Facilidades)	20 unid									
Espera por preparación de camión grúa para izaje			0.25							
Total				15	11	12	7	3		

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 5 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A4, ángulo de rigidez	Operación	12							
Actividad:	Transporte	25							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	4							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	1							
Lugar:	Almacenamiento	6							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	24.1							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo								
capataz, armador, oficial, topógrafo, op. Plataforma	Metro lineal de soldadura								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material	313 kg							
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	→	D	□	▽	
Izaje de plataformas intermedias			1.50						Camión grúa
Traslado de plataformas intermedias			0.50						Camión grúa
Descarga de plataformas intermedias en postes de soporte			1.25						Camión grúa
Armado y apuntalado plataformas de soporte			2.00						Máquina de soldar
Soldeo de plataforma de soporte			2.00						Máquina de soldar
Rodapiés en almacén temp (Facilidades)									
Traslado de rodapiés			0.50						A mano
Armado y apuntalado de rodapiés			2.00						Máquina de soldar
Soldeo de rodapiés			1.00						Máquina de soldar
Cable acerado de 5/8" y candados crosby en almacén (Facilidades)									
Traslado de cable acerado y candados crosby			0.20						Carrito con plataforma
Descarga sobre fondo de tanque			0.01						A mano
Cable acerado de 5/8 extendido alrededor de postes de soporte			0.50						A mano
Cable acerado de 5/8 instalado en postes de soporte			0.50						A mano
Escalera en almacén temporal (Facilidades)	1 unid								
Espera por preparación de camión grúa para izaje			0.25						
Izaje de escalera			0.10						Camión grúa
Traslado de escalera			0.10						Camión grúa
Descarga de escalera sobre fondo de tanque			0.10						Camión grúa
Apuntalado de escalera en plataformas intermedias			0.15						Máquina de soldar
Teclas de 3 TN y grilletes de 1 1/4 en almacén temporal (Facilidades)									
Traslado de teclas y grilletes de 1 1/4	10 unid		0.50						Carrito con plataforma
Descarga teclas y grilletes en postes de soporte			0.50						a mano
Teclas y grilletes instalados en postes de soporte			1.00						a mano
Inspección topográfica y trazo / para posicionamiento de anillo 4			0.50						Estación total
Instalación de accesorios de izaje	10 unid		0.90						A mano
Retiro de topes de seguridad para plancha inferior de postes de soporte			0.10						A mano
Izaje de anillo 4			0.50						Gancho de izaje, tecla
Giro de A4 según trazo realizado			0.50						Gancho de izaje, tecla
Ángulos de rigidez en almacén (Taller Arequipa)	313 kg								
Transporte de ángulos de rigidez hasta Taller Moquegua									Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportados hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de ángulos de rigidez			0.20						Camión grúa
Transporte de ángulos de rigidez			0.10						Camión grúa
Descarga de ángulos de rigidez en almacén temporal			0.10						Camión grúa
Limpieza y biselado de ángulos de rigidez			2.00						Esmeril
Trazo de ubicación de ángulos de rigidez en parte superior de A4			0.50						Estación total
Limpieza mecánica en área donde se ubicará ángulos de rigidez			2.50						Esmeril
Instalación de cartelas de soporte de anillos de rigidez			0.67						Maquina de soldar
Ángulos de rigidez en almacén temporal									
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de ángulos de rigidez			0.20						A mano
Transporte de ángulos de rigidez			0.10						A mano
Descarga sobre plataforma de andamios			0.10						A mano
Izaje de ángulo de rigidez tramo 1 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 1 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Total				12	25	4	1	6	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 6 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Ángulo de rigidez, ménsula de vigas de techo, planchas de A4	Operación	22							
Actividad:	Transporte	10							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	4							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	11							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	59.48							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigidez	Costo								
capataz, armador, oficial, topógrafo	Metro lineal de soldadura	62.83 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material	105 kg							
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Enderezado de ángulo de rigidez tramo 1 en A4			2.00						Antorcha
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 1			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 2 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 2 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Enderezado de ángulo de rigidez tramo 2 en A4			2.00						Antorcha
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 2			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 3 en A4			0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 3 en A4	52 kg		0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Enderezado de ángulo de rigidez tramo 3 en A4			2.00						Antorcha
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 3			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 4 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 4 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Enderezado de ángulo de rigidez tramo 4 en A4			2.00						Antorcha
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 4			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 5 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 5 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Enderezado de ángulo de rigidez tramo 5 en A4			2.00						Antorcha
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 5			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 6 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 6 en A4			0.20						Prensas C de 4"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Enderezado de ángulo de rigidez tramo 6 en A4			2.00						Antorcha
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 6			0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						Antorcha
Inspección visual, dimensional y liberación de armado para soldeo			0.50						Cinta métrica, cordel
Soldo de ángulos de rigidez (02 pases)	62.83 m		20.00						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						Antorcha
Inspección visual de junta soldada			0.67						Kit de tintes penetrantes
Trazo de ubicación de ménsulas para vigas en A4			1.50						Estación total
Ménsula para vigas en almacén temporal	105 kg								
Traslado de ménsulas de vigas a tanque			0.10						Carrito con plataforma
Apuntalado de ménsulas de vigas en A4			1.90						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						Antorcha
Inspección visual y dimensional			0.33						Estación total
Soldo de ménsulas para vigas			12.00						Máquina de soldar
Inspección visual de junta soldada			0.50						Kit de tintes penetrantes
Limpieza mecánica general A-4			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.20						Antorcha
Inspección de visual A-4			0.33						Estación total
Instalación de accesorios de izaje y grilletes de 1" a teclas de	10 unid		1.50						A mano
Retiro de topes de seguridad de parte superior de plancha de postes de soporte			0.17						A mano
Izaje de A4	3,824 kg		1.50						Gancho de izaje, tecla
Topes de seguridad instalados en postes de soporte para A4			0.08						A mano
Total				22	10	4	11	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 7 de 26	Resumen						
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Planchas de A3	Operación	25						
Actividad:	Transporte	12						
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	5						
	Inspección	5						
	Almacenamiento	1						
Método: Actual/Propuesto								
Lugar:	Distancia (m)							
Operario(s)	Ficha núm.	Tiempo (hrs)	15.79					
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo							
capataz, armador, oficial, andamieros	Metro lineal de soldadura	12.00 m						
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material							
Aprobado por: Fecha:	Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo		Observaciones		
Desarmado de andamios perimetrales exteriores			0.60	○	→	A mano		
Planchas de casco (A3) en almacén temporal								
Izaje de plancha de casco A3-1	1,356 kg		0.20	○	→	Camión grúa		
Traslado de plancha de casco A3-1			0.10	○	→	Camión grúa		
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20	○	→	Camión grúa		
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A3-1			0.02			A mano		
Izaje de plancha de casco A3-2	1,356 kg		0.20	○	→	Camión grúa		
Traslado de plancha de casco A3-2			0.10	○	→	Camión grúa		
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20	○	→	Camión grúa		
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A3-2			0.02			A mano		
Izaje de plancha de casco A3-3	851 kg		0.20	○	→	Camión grúa		
Traslado de plancha de casco A3-3			0.10	○	→	Camión grúa		
Descarga de plancha de casco A3-3 sobre ángulos de soporte			0.20	○	→	Camión grúa		
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A3-3			0.02			A mano		
Armado de andamios en perímetro de tanque (Facilidades)			0.80			A mano		
Esmerilado de extremos verticales planchas A3-1 y A3-2			0.50			Esmeril		
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A3-1 y A3-2			0.33			Esmeril		
Planchas A3-1 y A3-2 aproximadas (3 mm distancia)			0.10			Teclé ratchet, prensa h		
Separadores instalados entre planchas A3-1 y A3-2	6 unid		0.20			Máquina soldar		
Apuntalado de junta vertical JV-A3-1 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50			Máquina soldar		
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20			Máquina soldar		
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección de armado de junta vertical			0.33					
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-1 (r	2.40 m		0.83			Máquina de soldar		
Limpieza de junta vertical JV-A3-1			0.50			Esmeril		
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes pen			0.50			Kit de tintes penetrant		
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-1	2.40 m		0.83			Máquina de soldar		
Limpieza de junta vertical JV-A3-1			0.50			Esmeril		
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-1	1.20 m		0.42			Máquina de soldar		
Retiro de cartelas de rigidez			0.25			Esmeril		
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-1 (c	1.20 m		0.42			Máquina de soldar		
Limpieza de junta vertical JV-A3-1			0.50			Esmeril		
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes pen			0.25			Kit de tintes penetrant		
Extremos verticales planchas A3-2 y A3-3 esmerilados			0.50			Esmeril		
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A3-2 y			0.33			Esmeril		
Planchas A3-2 y A3-3 aproximadas (3 mm distancia)			0.10			Teclé ratchet, prensa h		
Separadores instalados entre planchas A3-2 y A3-3	6 unid		0.20			Máquina de soldar		
Apuntalado de junta vertical JV-A3-2 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50			Máquina de soldar		
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20			Máquina de soldar		
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección de armado de junta vertical			0.33					
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-2 (r	2.40 m		0.83			Máquina de soldar		
Limpieza de junta vertical JV-A3-2			0.50			Esmeril		
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes pen			0.50			Kit de tintes penetrant		
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-2	2.40 m		0.83			Máquina de soldar		
Total				25	12	5	5	1

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 8 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de A3	Operación	25							
Actividad:	Transporte	6							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	9							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	7							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	15.13							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo								
capataz, armador, oficial	Metro lineal de soldadura	9.60 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material								
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	→	D	□	▽	
Limpieza de junta vertical JV-A3-2			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-2	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-2 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-2			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25						Kit de tintes penetrant
Planchas A3-3 y A3-1 aproximadas			0.17						Teclé ratchet, prensa h
Plantillado de junta de cierre			0.25						Cinta métrica, marcadd
Trazo vertical de plancha A3-3 para corte			0.25						Estación total
Plancha A3-3 cortada			0.33						Esmeril
Extremos verticales planchas A3-3 y A3-1 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A3-3 y A3-1			0.33						Esmeril
Planchas A3-3 y A3-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A3-3 y A3-1	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A3-3 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-3 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-3			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-3	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-3			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.17						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-3	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-3 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-3			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25						Kit de tintes penetrant
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)									
Espera de llegada de camión grúa			0.20						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A3-1			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A3-1			0.67						Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A3-1			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A3-2			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A3-2			0.67						Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A3-2			0.17						Plantilla con el radio r
Total				25	6	9	7	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 9 de 26	Resumen								
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Planchas de casco A4, A3	Operación	17								
Actividad:	Transporte	13								
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	9								
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8								
Lugar:	Almacenamiento	1								
Operario(s)	Tiempo (hrs)	61.64								
Ficha núm.	Costo									
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Metro lineal de soldadura	157.08 m								
capataz, armador, oficial, topógrafo	Material									
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Total									
Aprobado por: Fecha:										
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.20							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A3-3			0.20							Camión grúa
Enderezado de junta JV-A3-3			0.67							Bomba hidraulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A3-3			0.17							Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descarga en área de almacenamiento temporal obra										Camión grúa
Limpieza mecánica general A-3			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de visual A-3			0.33							
Inspección topográfica y trazo para posicionamiento de A3 bajo A4			1.00							Estación total
Retiro de topes de seguridad de parte superior de plancha de postes de soporte			0.10							A mano
Izaje de A3	3,564 kg		0.30							Gancho de izaje, tecle
Giro de A3 según trazo realizado			0.27							Gancho de izaje, tecle
Retiro de tope de seguridad de A-3			0.10							A mano
Retiro de tope de seguridad de A-4			0.10							A mano
Descenso de A-3 sobre A-4			0.50							Gancho de izaje, tecle
Instalación de topes alrededor de junta horizontal de A3 y A4 (3 mm de separación en			1.00							Máquina de soldar
Retiro de accesorios de izaje			0.50							Esmeril
Limpieza mecánica de área perimetral de junta horizontal A3 y A4			3.00							Esmeril
Instalación de cartelas interiores de rigidez perpendiculares a junta hor despues de			2.00							Máquina de soldar
Apuntalado de junta horizontal			5.00							Máquina de soldar
Inspección visual y dimensional de armado de junta horizontal A4-A3			1.00							Estación total
Primer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A4-A	31.42 m		8.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00							Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A	31.42 m		4.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00							Kit de tintes penetrant
Tercer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A4-A	31.42 m		4.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura			1.00							Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A4-A	15.71 m		3.00							Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			3.00							Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A4-A	15.71 m		1.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00							Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A	31.42 m		4.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Total				17	13	9	8	1		

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 10 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A4, A3, A2 y A1	Operación	11							
Actividad:	Transporte	26							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	5							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	4							
Lugar:	Almacenamiento	2							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	26.91							
Ficha núm.	Costo								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, riggers	Metro lineal de soldadura								
capataz, armador, oficial, op. plataforma, andamiero	Material	8,316 kg							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Total								
Aprobado por: Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Inspección de soldadura			1.00						Kit de tintes penetrant
Instalación de accesorios de izaje para giro			1.00						A mano
Izaje de A4-A3	7,387 kg		0.50						Gancho de izaje, tecl
Giro de A4-A3-A2 (90 cm)			0.50						Prensa horizontal, tecl
Descenso de A4-A3			0.50						Gancho de izaje, tecl
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos por			2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos			2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.20						Kit de tintes penetrant
Izaje de A4-A3	7,387 kg		1.00						Gancho de izaje, tecl
Giro de A4-A3 (90 cm) a su posición original			0.20						Prensa horizontal, tecl
Descenso de A4-A3			0.20						Gancho de izaje, tecl
Desarmado de andamios perimetrales exteriores			0.67						A mano
Izaje de A4-A3	7,387 kg		0.20						Gancho de izaje, tecl
Topes de seguridad instalados en postes de soporte para A4-A3			0.10						A mano
Planchas de casco (A2-A1) en almacén (Taller AQP)	8,316 kg								
Transporte de planchas de casco (A2-A1) hasta Taller Moquegua		219 km							Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transporte de planchas de casco (A2-A1) hasta pie de obra		104 km							Camión plataforma
Espera de llegada de camión grúa para izaje			0.25						
Izaje de cama-cuna con planchas de casco (A2-A1)			0.80						Camión grúa
Transporte de cama-cuna con planchas de casco (A2-A1)			0.10						Camión grúa
Descarga de cama-cuna con planchas de casco (A2-A1) en almacén temporal			0.80						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de planchas (A2-A1)			0.50						Cinta métrica
Reordenamiento de planchas			5.00						Camión grúa
Planchas de casco (A2) en almacén temporal									
Izaje de plancha de casco A2-1	1,356 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A2-1			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A2-1			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A2-2	1,356 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A2-2			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A2-2			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A2-3	851 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A2-3			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A2-3			0.02						A mano
Armado de andamios en perímetro de tanque (Facilidades)			1.00						A mano
Esmerilado de extremos verticales planchas A2-1 y A2-2			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A2-1 y A2-2			0.33						Esmeril
Planchas A2-1 y A2-2 aproximadas (3 mm distancia)			0.20						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A2-1 y A2-2	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A2-1 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.30						Máquina de soldar
Total				11	26	5	4	2	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 11 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A2	Operación	33							
Actividad:	Transporte	0							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	7							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	0							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	18.97							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, rigger, capataz, armador, oficial, topógrafo	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	16.80 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	→	D	□	▽	
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.30	○					Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-1 (r	2.40 m		0.83	○					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-1	2.40 m		0.83	○					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-1			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-1	1.20 m		0.42	○					Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-1 (c	1.20 m		0.42	○					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant
Extremos verticales planchas A2-2 y A2-3 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A2-2 y			0.33						Esmeril
Planchas A2-2 y A2-3 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A2-2 y A2-3	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A2-2 (se inicia el apuntalado			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20	○					Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-2 (r	2.40 m		0.83	○					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-2			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-2	2.40 m		0.83	○					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-2			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-2	1.20 m		0.42	○					Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-2 (c	1.20 m		0.42	○					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-2			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant
Planchas A2-3 y A2-1 aproximadas			0.17						Teclé ratchet, prensa h
Plantillado de junta de cierre			0.25						Cinta métrica y marca
Trazo vertical de plancha A2-3 para corte			0.25						Estación total
Plancha A2-3 cortada			0.33						Esmeril
Extremos verticales planchas A2-3 y A2-1 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A2-3 y			0.33						Esmeril
Planchas A2-3 y A2-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A2-3 y A2-1	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A2-3 (se inicia el apuntalado			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20	○					Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-3 (r	2.40 m		0.83	○					Máquina de soldar
Total				33	0	7	8	0	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 12 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A2 y A3	Operación	11							
Actividad:	Transporte	14							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	13							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	2							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	89.60							
Ficha núm.	Costo								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Metro lineal de soldadura	4.80 m							
capataz, armador, oficial, topógrafo	Material								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Total								
Aprobado por: Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Limpieza de junta vertical JV-A2-3			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-3	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-3			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.17						Kit de tintes penetrantes
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-3	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-3 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-3			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrantes
Paralización por observación de seguridad de altura de soportes			60.00						
Modificación de altura de soportes de casco de tanque			14.00						Maq. Soldar, esmeril
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)									
Espera de llegada de camión grúa			0.20						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A2-1			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A2-1			0.67						Bomba hidraulica, cilindro
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A2-1			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A2-2			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A2-2			0.67						Bomba hidraulica, cilindro
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A2-2			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A2-3			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A2-3			0.67						Bomba hidraulica, cilindro
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A2-3			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descarga en área de almacenamiento temporal obra									Camión grúa
Limpieza mecánica general A-2			2.67						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de visual A-2			0.33						
Inspección topográfica y trazo / posicionamiento de A2 bajo A3-4			1.50						Estación total
Giro de A2 según trazo realizado			0.50						Gancho de izaje, tecl
Retiro de tope de seguridad de A-2	10 unid		0.10						A mano
Retiro de tope de seguridad de A-3	10 unid		0.10						A mano
Total				11	14	13	8	2	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 13 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A1, A2, A3 y A4	Operación	19							
Actividad:	Transporte	9							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	7							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	70.27							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigger	Costo								
capataz, armador, oficial, andamiero	Metro lineal de soldadura	157.08 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material								
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Descenso de A-2 sobre A-3			0.50						Gancho de izaje, tecl
Instalación de topes alrededor de junta horizontal de A2 y A3 (3 mm de separación en			1.00						Máquina de soldar
Retiro de accesorios de izaje			0.50						A mano
Limpieza mecánica de área perimetral a junta horizontal A2 y A3			3.50						Esmeril
Instalación de cartelas interiores de rigidez perpendiculares a junta horizontal			3.00						Máquina de soldar
Apuntalado de junta horizontal			5.00						Máquina de soldar
Inspección visual y dimensional de armado de junta horizontal A3-A2			1.00						Estación total
Primer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Tercer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2	15.71 m		3.00						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			3.00						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2	15.71 m		1.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Instalación de accesorios de izaje para giro			1.00						
Izaje de A4-A3-A2	10,951 kg		0.50						Gancho de izaje, tecl
Giro de A4-A3-A2 (90 cm)			0.50						Prensa horizontal, tecl
Descenso de A4-A3-A2			0.50						Gancho de izaje, tecl
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos por			2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos			2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.20						Kit de tintes penetrant
Izaje de A4-A3-A2	10,951 kg		1.00						Gancho de izaje, tecl
Giro de A4-A3 (90 cm) a su posición original			0.20						Prensa horizontal, tecl
Descenso de A4-A3-A2			0.20						Gancho de izaje, tecl
Desarmado de andamios perimetrales exteriores			0.67						A mano
Izaje de A4-A3-A2	10,951 kg		0.20						Gancho de izaje, tecl
Topes de seguridad instalados en postes de soporte para A4	10 unid		0.10						A mano
Planchas de casco (A1) en almacén temporal									
Total				19	9	7	8	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 14 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A1	Operación	25							
Actividad:	Transporte	12							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	6							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	5							
Lugar:	Almacenamiento	0							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	48.99							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, andamiero, rigger	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	12.00 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Izaje de plancha de casco A1-1	1,809 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A1-1			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A1-1			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A1-2	1,809 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A1-2			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A1-2			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A1-3	1,135 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A1-3			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A1-3			0.02						A mano
Armado de andamios en perímetro de tanque (Facilidades)			1.00						A mano
Biselado de extremos verticales planchas A1-1 y A1-2			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A1-1 y A1-2			0.33						Esmeril
Planchas A1-1 y A1-2 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa H
Separadores instalados entre planchas A1-1 y A1-2	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A1-1 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Esmeril
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-1 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-1	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-1			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-1	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-1 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant
Extremos verticales planchas A1-2 y A1-3 biselados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A1-2 y			0.33						Esmeril
Planchas A1-2 y A1-3 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa H
Separadores instalados entre planchas A1-2 y A1-3	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A1-2 (se inicia el apuntalado			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-2 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-2			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Espera por desabastecimiento de CO2			30.00						
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-2	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-2			0.50						Esmeril
Total				25	12	6	5	0	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 15 de 26	Resumen						
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Planchas de casco A1	Operación	23						
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Transporte	6						
	Espera	10						
	Inspección	8						
	Almacenamiento	1						
Método: Actual/Propuesto								
Lugar:	Distancia (m)							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	14.73						
Ficha núm.	Costo							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, topógrafo, op. camión grúa, rigger	Metro lineal de soldadura	9.60 m						
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material							
Aprobado por: Fecha:	Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo			Observaciones	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-2	1.20 m		0.42	○	⇒		Máquina de soldar	
Retiro de cartelas de rigidez			0.25				Esmeril	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-2 (c)	1.20 m		0.42	○	⇒		Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-2			0.50				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25				Kit de tintes penetrantes	
Planchas A1-3 y A1-1 aproximadas			0.17				Teclé ratchet, prensa t	
Plantillado de junta de cierre			0.25				Cinta métrica y marca	
Trazo vertical de plancha A1-3 para corte			0.25				Estación total	
Plancha A1-3 cortada			0.33				Esmeril	
Extremos verticales planchas A1-3 y A1-1 biselados			0.50				Esmeril	
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A1-3 y			0.33				Esmeril	
Planchas A1-3 y A1-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10				Teclé de cadena + pre	
Separadores instalados entre planchas A1-3 y A1-1	6 unid		0.20				Máquina de soldar	
Apuntalado de junta vertical JV-A1-3 (se inicia el apuntalado)			0.50				Máquina de soldar	
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20				Máquina de soldar	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección de armado de junta vertical			0.33					
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-3 (r)	2.40 m		0.83	○	⇒		Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-3			0.50				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00				Kit de tintes penetrantes	
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-3	2.40 m		0.83	○	⇒		Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-3			0.50				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.17				Kit de tintes penetrantes	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-3	1.20 m		0.42	○	⇒		Máquina de soldar	
Retiro de cartelas de rigidez			0.25				Esmeril	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-3 (c)	1.20 m		0.42	○	⇒		Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-3			0.50				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25				Kit de tintes penetrantes	
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)								
Espera de llegada de camión grúa			0.20					
Izaje de prensa de enderezado			0.20				Camión grúa	
Traslado de prensa de enderezado			0.10				Camión grúa	
Descenso sobre junta JV-A1-1			0.20				Camión grúa	
Enderezado de junta JV-A1-1			0.67				Bomba hidráulica, cili	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10					
Inspección de enderezado de junta JV-A1-1			0.17				Plantilla con el radio r	
Espera de camión grúa			0.10					
Izaje de prensa de enderezado			0.20				Camión grúa	
Traslado de prensa de enderezado			0.10				Camión grúa	
Descenso sobre junta JV-A1-2			0.20				Camión grúa	
Enderezado de junta JV-A1-2			0.67				Bomba hidráulica, cili	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10					
Inspección de enderezado de junta JV-A1-2			0.17				Plantilla con el radio r	
Espera de camión grúa			0.10					
Total				23	6	10	8	1

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 16 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A1, planchas de fondo	Operación	13							
Actividad:	Transporte	18							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	7							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	2							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	46.11							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, topógrafo, op. camión grúa, rigger	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	11.20 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Izaje de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A1-3			0.10						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A1-3			0.67						Bomba hidráulica, cilindro
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A1-3			0.17						Plantilla con el radio
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descarga en área de almacenamiento temporal obra									Camión grúa
Trazo de ubicación de manhole (boquilla N7)			0.50						Estación total
Corte de casco			1.00						Esmeril
Limpieza mecánica general A-1			2.67						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de visual A-1			0.33						
Inspección topográfica y trazo para posicionamiento de A1 respecto a fondo de tanque			1.50						Estación total
Retiro de topes de seguridad de A1 de postes de soporte			0.10						A mano
Izaje de A1	4,753 kg		0.30						Gancho de izaje, tele
Giro de A1 según trazo realizado			0.27						Gancho de izaje, tele
Limpieza de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco			3.50						Esmeril
Plegado de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco			15.00						Bomba hidráulica, cilindro
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de plegado			0.20						
Soldeo de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco	5.60 m		3.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Soldeo de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco	5.60 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Trazo de ubicación de anillo 1 en fondo de tanque			0.70						Estación total
Cartelas guía en almacén temporal obra									
Traslado de cartelas guía a fondo de tanque			0.10						
Instalación de cartelas alrededor de trazo realizado			0.70						Máquina de soldar
Retiro de accesorios de izaje de A2-3-4 (anillo asienta sobre topes de seguridad)			0.50						A mano
Instalación de accesorios de izaje en A1			0.50						A mano
Retiro de tope de seguridad A1			0.10						A mano
Izaje de A1			0.20						Gancho de izaje, tele
Retiro de ángulos de soporte			2.00						Esmeril
Descenso de A1 a fondo de tanque			0.50						Gancho de izaje, tele
Retiro de accesorios de izaje A1			0.50						A mano
Apuntalado de junta de A1 con fondo de tanque			4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de armado de junta de A1 con fondo de tanque			1.00						
Accesorio de izaje instalado en A2-3-4			0.50						A mano
Izaje de A2-3-4			0.20						Gancho de izaje, tele
Retiro de tope de seguridad de poste de soporte			0.10						A mano
Total				13	18	7	8	2	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 17 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A1, planchas de fondo	Operación	26							
Actividad:	Transporte	2							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	9							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	10							
Lugar:	Almacenamiento	0							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	93.1							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	213.86 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Descenso de A2-3-4 sobre A1			0.50						Gancho de izaje, tede
Instalación de topes alrededor de junta horizontal de A1 y A2 (3 mm de separación en			1.00						Máquina de soldar
Retiro de accesorios de izaje			0.50						A mano
Limpieza mecánica de área perimetral a junta horizontal A1 y A2			2.00						Esmeril
Instalación de cartelas interiores de rigidez perpendiculares a junta horizontal			2.00						Esmeril
Apuntalado de junta horizontal			4.00						Máquina de soldar
Inspección visual y dimensional de armado de junta horizontal A1-A2			1.00						Estación total
Primer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A1-A	31.42 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Tercer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A1-A	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A	12.71 m		2.00						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			3.00						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A	15.71 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A	28.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A	3.00 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A	3.00 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.20						Kit de tintes penetrant
Retiro de facilidades del interior de tanque			4.00						Esmeril, camión grúa
Limpieza mecánica de fondo de tanque			2.00						Esmeril
Limpieza de juntas de planchas de fondo			3.50						Esmeril
Soldo de planchas de fondo base primer pase	28.39 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Soldo de planchas de fondo segundo pase	28.39 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas fondo			2.00						Esmeril
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Total				26	2	9	10	0	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 18 de 26	Resumen							
Objeto: Planchas de casco A1, planchas de fondo, sillelas, estructura de soporte de techo	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Operación	21							
Método: Actual/Propuesto	Transporte	4							
Lugar:	Espera	9							
Operario(s) Ficha núm. Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, op. Plataforma	Inspección	12							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Almacenamiento	2							
Aprobado por: Fecha:	Distancia (m)								
	Tiempo (hrs)	107.9							
	Costo								
	Metro lineal de soldadura	159.79 m							
	Material	2,827 kg							
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	→	D	□	▽	
Soldeo de A1 con fondo de tanque primer pase exterior	31.42 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrant
Soldeo de A1 con fondo de tanque segundo pase exterior	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Soldeo de A1 con fondo de tanque primer pase interior	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Soldeo de A1 con fondo de tanque segundo pase interior	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Inspección por caja de vacío a juntas de fondo			5.00						Bomba de vacío, vacuo
Armado de torre de andamios de 270º a 0º de A1 a A4			1.00						A mano
Limpieza mecánica en juntas soldadas			2.00						Esmeril
Inspección de juntas soldadas por ultrasonido	6 unid		3.00						Equipo de ultrasonido
Armado de torre de andamios de 45º a 135º de A1 a A4			1.00						A mano
Limpieza mecánica en juntas soldadas			2.00						Esmeril
Inspección de juntas soldadas por ultrasonido	6 unid		3.00						Equipo de ultrasonido
Armado de torre de andamios de 135º a 270º de A1 a A4			1.00						A mano
Limpieza mecánica en juntas soldadas			2.00						Esmeril
Inspección de juntas soldadas por ultrasonido	6 unid		3.00						Equipo de ultrasonido
Desarmado de andamios			2.00						A mano
Trazo de sillelas en casco de tanque			3.00						Estación total
Sillelas en almacén temporal obra	423 kg								
Traslado			0.50						Carrito con plataforma
Descarga en cada punto trazado			0.10						A mano
Apuntalado de sillelas de anclaje			15.00						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual, dimensional y liberación de armado de si			2.00						Estación total
Soldeo de sillelas primer pase	17.06 m		6.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas soldadas de sillela			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Soldeo de sillelas segundo pase	17.06 m		6.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas soldadas de sillela			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Inspección de juntas soldadas por partículas magnéticas			10.00						Yugo magnético, spray
Estructura de soporte de techo en almacén (Taller Arequipa)	2,827 kg								
Transporte de estructura de soporte de techo a Taller Moque									Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportadas hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.60						
Total				21	4	9	12	2	

Diagrama de análisis de proceso			Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 19 de 26		Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Estructura de soporte de techo	Operación	19							
Actividad:	Transporte	9							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	10							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	7							
Lugar:	Almacenamiento	3							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	38.54							
Ficha núm. Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	4.79 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Izaje de estructura de soporte de techo			0.50						Camión grúa
Transporte de estructuras de soporte de techo			0.10						Camión grúa
Descarga en almacén temporal			0.40						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de estructura de soporte de			1.00						Cinta métrica
Elementos de columna central de techo en almacén temporal									
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de elementos de columna central tramo 1	526 kg		0.30						Camión grúa
Descarga en área contigua a tanque			0.20						Camión grúa
Apuntalado de elementos de tramo 1			4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y liberación de armado			0.50						
Soldeo de elementos de tramo 1	1.60 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Soldeo de elementos de tramo 1	1.60 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Elementos de columna central de techo en almacén temporal									
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de elementos de columna central tramo 2	546 kg		0.30						Camión grúa
Descarga en área contigua a tanque			0.20						Camión grúa
Apuntalado de elementos de tramo 2			4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y liberación de armado			0.50						
Soldeo de elementos de tramo 2	0.80 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Soldeo de elementos de tramo 2	0.80 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Trazo de orejas para templar columna en interior de casco de tanque			0.67						Estación total
Apuntalado de orejas en casco			0.50						Máquina de soldar
Soldeo de orejas en casco			0.50						Máquina de soldar
Trazo de base de columna en fondo de tanque			0.67						Estación total
Tramo 1 de columna central en zona contigua a tanque									
Instalación de grilletes de 1" y eslingas 4 m para templar en			0.20						A mano
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de tramo 1 de columna central			0.10						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre fondo de tanque			0.20						Camión grúa
Apuntalado de base de columna a fondo de tanque			10.00						Máquina de soldar
Instalación de grilletes de 1" y tecles ratchet en orejas insta			0.40						A mano
Templado de columna			0.20						Tecle ratchet 1.5 TN
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Total				19	9	10	7	3	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 20 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Estructura de soporte de techo, boquillas	Operación	16							
Actividad:	Transporte	11							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	10							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	3							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	66.17							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and. oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, op. Plataforma	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	28.68 m							
Aprobado por: Fecha:	Material	1,570 kg							
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Inspección visual y dimensional de armado de base de columna			0.50						Estación total
Soldeo de base de columna primer pase	3.68 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			1.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Armado de andamios alrededor de columna tramo 1 y 2			1.00						Andamios
Tramo 2 de columna central en zona contigua a tanque									
Instalación de grilletes de 1" y eslingas 4 m para templar			0.20						A mano
Espera de llegada de camión grúa			26.00						
Izaje de tramos 2 de columna central			0.10						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre columna central tramo 2			0.20						Camión grúa
Apuntalado de tramo 2 con 1 de columna central			0.67						Máquina de soldar
Instalación de grilletes de 1" y teclas cadena en orejas instaladas en casco de tanque			0.40						A mano
Templado de columna			0.20						Tecler ratchet 1.5 TN
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional de junta de tramos 1 y 2 de columna central			0.50						Estación total
Soldeo de junta de tramos 1 y 2 de columna central primer pase	0.80 m		3.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			1.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Soldeo de base de columna segundo pase	0.80 m		1.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Instalación de voladizos en andamios de columna central			1.00						Andamios
Trazo de ubicación de vigas radiales			2.00						Estación total
Vigas radiales en almacén temporal	1,415 kg								
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de vigas radiales			0.30						Camión grúa
Traslado			0.20						Camión grúa
Descenso sobre mensulas de vigas y columna central			0.30						Camión grúa
Apuntalado de vigas radiales			4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20						
Inspección visual y dimensional de armado de vigas radiales			1.00						Estación total
Soldeo de vigas radiales	23.41 m		8.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Boquillas de tanque en almacén (Taller Arequipa)									
Transporte de boquillas de tanque hasta Taller Moquegua	1,570 kg								Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportada hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de boquillas de tanque			0.50						Camión grúa
Transporte de boquillas de tanque			0.50						Camión grúa
Descarga de boquillas en almacén temporal			0.50						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de boquillas y accesorios			1.00						Cinta métrica
Trazo de ubicación de boquillas N2, R2, N3 a nivel de piso	93 kg		5.00						Estación total
Total				16	11	10	8	3	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 22 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de techo	Operación	19							
Actividad:	Transporte	16							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	7							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	5							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	29.37							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, andamiere	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	13.60 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Descarga en zona contigua a tanque			0.30						Camión grúa
Posicionamiento de planchas (PL12-PL11-PL11-PL12)			0.67						Camión grúa
Apuntalado de planchas (PL12-PL11-PL11-PL12)			2.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.50						Cinta métrica
Limpieza de juntas a soldar			1.00						Esmeril
Soldeo de planchas primer pase	13.60 m		3.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta soldada			1.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de juntas soldadas con tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Planchas de techo en almacén temporal									
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de planchas de techo PL 10	2,311 kg		0.30						Camión grúa
Traslado			0.20						Camión grúa
Descarga en zona contigua a tanque			0.30						Camión grúa
Trazo de ubicación de orejas de izaje, orejas para línea de vida			0.50						Estación total
Apuntalado de orejas de izaje y orejas para línea de vida			2.00						Máquina de soldar
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.50						Cinta métrica
Soldeo de orejas y topes			2.00						Máquina de soldar
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Armado de andamios exteriores 90° a 0° y 180° a 270°			2.00						A mano
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de primer segmento de plancha de techo PL10			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Apuntalado de primer segmento a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Izaje de segundo segmento de plancha de techo PL10			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de segundo segmento PL10			1.00						Prensa horizontal
Apuntalado de segundo segmento con primer segmento PL10			1.00						Máquina de soldar
Apuntalado de segundo segmento a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			1.00						Estación total
Izaje de primer segmento de plancha de techo PL12-11-11-12			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de primer segmento PL12-11-11-12			0.20						Prensa horizontal
Apuntalado de primer segmento PL12-11-11-12 a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Apuntalado de primer segmento PL12-11-11-12 a PL10			1.00						Máquina de soldar
Izaje de segundo segmento de plancha de techo PL12-11-11-12			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de segundo segmento PL12-11-11-12			0.20						Prensa horizontal
Apuntalado de segundo segmento PL12-11-11-12 a PL10			1.00						Máquina de soldar
Apuntalado de segundo segmento a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Total				19	16	7	5	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 23 de 26	Resumen								
Objeto: Escalera helicoidal		Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad:		Operación	12							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001		Transporte	22							
Método: Actual/Propuesto		Espera	7							
Lugar:		Inspección	4							
Operario(s)	Ficha núm.	Almacenamiento	3							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and...		Tiempo (hrs)	56.6							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021		Costo								
Aprobado por: Fecha:		Metro lineal de soldadura	12.10 m							
		Material	2,705 kg							
		Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	→	D	□	▽		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección visual, dimensional y liberación para soldeo			1.50							Estación total
Desarmado de andamios exteriores 90° a 0° y 180° a 270°			1.50							A mano
Escalera helicoidal, soportes de tubería y baranda superior en taller Arequipa										
Transporte de escalera helicoidal, baranda de techo, soporte	2,705 kg									Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra										
Transportada hasta pie de obra										Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10							
Izaje de escalera helicoidal, soportes de tubería y baranda d			0.80							Camión grúa
Transporte de escalera helicoidal, soportes de tubería y bara			0.50							Camión grúa
Descarga de escalera helicoidal, soporte de tubería y barand			0.80							Camión grúa
Inspección visual y dimensional de escalera helicoidal, soprote de tubería y baranda			2.00							
Escalera helicoidal en almacén temporal										
Espera de camión grúa para izaje			0.10							
Izaje de elementos de escalera helicoidal	1,619 kg		0.40							Camión grúa
Traslado elementos de escalera helicoidal hacia área de pre ensamble			0.20							Camión grúa
Descarga de elementos			0.40							Camión grúa
Pre ensamble de tramo 01 de escalera			6.00							Perno 5/8 x 1 1/2"
Pre ensamble de tramo 02 de escalera			6.00							Perno 5/8 x 1 1/2"
Pre ensamble de tramo 03 de escalera			6.00							Perno 5/8 x 1 1/2"
Armado de andamios de 270° a 90°			1.00							Andamios
Traza de soportes de escalera helicoidal			4.50							Estación total
Soportes de escalera helicoidal en almacen temporal obra	210 kg									
Traslado de soportes de escalera helicoidal			0.10							Carrito con plataforma
Descarga sobre andamios			0.10							A mano
Apuntalado de soportes de escalera helicoidal			5.00							Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección visual y dimensional			0.50							Estación total
Soldeo de soportes de escalera helicoidal	12.10 m		10.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta			3.00							Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes										Kit de tintes penetrant
Espera de camión grúa para izaje			0.10							
Izaje de tramos pre ensamblados de escalera helicoidal	1,619 kg		0.80							Camión grúa
Traslado hacia tanque			0.50							Camión grúa
Descarga de tramos pre ensamblados de escalera helicoidal en zona contigua a tanc			0.80							Camión grúa
Izaje de tramo pre ensamblado 01 de escalera helicoidal			0.40							Camión grúa
Traslado de tramo 01 de escalera helicoidal hacia tanque			0.20							Camión grúa
Posicionamiento de tramo 01 en soportes de casco de tanque			0.30							Camión grúa
Empernado de tramo 01			0.30							Perno 5/8 x 1 1/2"
Izaje de tramo pre ensamblado 02 de escalera helicoidal			0.40							Camión grúa
Traslado de tramo 02 de escalera helicoidal hacia tanque			0.20							Camión grúa
Posicionamiento de tramo 02 en soportes de casco de tanque			0.30							Camión grúa
Empernado de tramo 02			0.30							Perno 5/8 x 1 1/2"
Izaje de tramo pre ensamblado 03 de escalera helicoidal			0.40							Camión grúa
Traslado de tramo 03 de escalera helicoidal hacia tanque			0.20							Camión grúa
Posicionamiento de tramo 03 en soportes de casco de tanque			0.30							Camión grúa
Empernado de tramo 03			0.30							Perno 5/8 x 1 1/2"
Total				12	22	7	4	3		

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 24 de 26	Resumen							
Objeto	Barandas de techo, boquillas, soportes de tubería	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad:	Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Operación	18						
Método: Actual/Propuesto		Transporte	8						
Lugar:		Espera	10						
Operario(s)	Ficha núm.	Inspección	9						
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and		Almacenamiento	3						
Costo		Tiempo (hrs)	124.5						
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021		Metro lineal de soldadura	66.26 m						
Aprobado por: Fecha:		Material							
		Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual, dimensional y verificación de niveles de escalera			1.00						Estación total
Desarmado de andamios de 270º a 90º			2.00						A mano
Trazo de ubicación de barandas en techo de tanque			2.00						Estación total
Barandas de techo en almacén temporal de obra	487 kg								
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de barandas de techo			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre techo de tanque			0.20						Camión grúa
Limpieza mecánica de plancha de techo en zona de armado de baranda			3.00						Esmeril
Armado de barandas de techo			13.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual, dimensional y liberación para soldeo			1.00						Cinta métrica
Soldo de barandas en techo de tanque			7.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			2.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de juntas soldadas con tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Limpieza mecánica de juntas de techo a soldar			8.00						Esmeril
Soldo primer pase de juntas de techo	45.62 m		15.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			5.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de juntas soldadas con tintes penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrantes
Ensayo por caja de vacío a juntas de techo			5.00						Bomba de vacío, vacío
Trazo de ubicación de boquillas de techo N10, N9, N8, N11, R1, N1, N14, N13, N15			4.00						Estación total
Corte de planchas de techo según trazo realizado			5.00						Esmeril
Boquillas y solapas en almacén temporal obra	570 kg								
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de boquillas N10, N9, N8, N11, R1, N1, N14, N13, N15			0.30						Camión grúa
Traslado			0.20						Camión grúa
Descarga sobre techo de tanque			0.20						Camión grúa
Apuntalado de boquillas N10, N9, N8, N11, R1, N1, N14, N13, N15			10.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			1.50						Estación total, cinta métrica
Soldo de boquillas primer pase	5.12 m		5.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Apuntalado de solapas de boquillas			2.00						Máquina de soldar
Soldo de solapas de boquillas primer pase	15.52 m		3.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrantes
Prueba neumática en solapas de boquillas			3.00						Manómetro, compresor
Armado de andamios exteriores en 180º y 90º			2.00						A mano
Trazo de soportes de tuberías			10.00						Estación total
Soportes de tuberías en almacén temporal obra	374 kg								
Traslado de soportes			0.20						Carrito con plataforma
Descarga sobre andamios			0.10						A mano
Apuntalado de soportes de tuberías			7.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Total				18	8	10	9	3	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 25 de 26	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Soporte de tubería, regleta, planchas de puesta a tierra	Operación	14							
Actividad:	Transporte	19							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	7							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	6							
Lugar:	Almacenamiento	2							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	31.95							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and oficial, topógrafo, op plataforma, op camión grúa, rigger	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	18.93 m							
Aprobado por: Fecha:	Material	366 kg							
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Inspección visual y dimensional			0.40						Estación total
Soldeo de soportes de tuberías	12.91 m		8.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Desarmado de andamios en 180° y 90°			1.50						A mano
Elementos de regleta en taller Arequipa									
Transporte de elementos de regleta hasta Taller Moquegua	366 kg								Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportada hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de elementos de regleta			0.10						Camión grúa
Transporte			0.10						Camión grúa
Descarga de elementos de regleta en almacén temporal			0.20						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de de elementos de regleta			1.00						Cinta métrica
Armado de andamios en 270°			1.00						A mano
Traza de soportes de regleta ubicados en 270°			2.00						Estación total
Soportes de regleta en almacén temporal obra	20 kg								
Traslado			0.10						Carrito con plataforma
Descarga sobre andamios			0.20						A mano
Apuntalado de soportes de regleta			3.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.50						Estación total
Soldeo de soportes de regleta	6.02 m		3.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta			1.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Tramos de regleta en almacen temporal obra	280 kg								
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de los 03 tramos de regleta			0.30						Camión grúa
Traslado			0.20						Camión grúa
Descarga en zona contigua al tanque			0.20						Camión grúa
Izaje de tramo 01			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Posicionamiento en soportes instalados			0.20						Camión grúa
Empernado de tramo 01			0.10						Perno de 1/2" x 1 1/4"
Izaje de tramo 02			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Posicionamiento en soportes instalados			0.20						Camión grúa
Empernado de tramo 02			0.10						Perno de 1/2" x 1 1/4"
Izaje de tramo 03			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Posicionamiento en soportes instalados			0.20						Camión grúa
Empernado de tramo 03			0.10						Perno de 1/2" x 1 1/4"
Instalación de sistema de regleta			3.00						Perno de 3/8" x 1 1/4"
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y funcionamiento de regleta			1.00						
Desarmado de andamios 270°			0.75						A mano
Traza de planchas de puesta a tierra y soporte de placa de identificación			0.50						Estación total
Total				14	19	7	6	2	

Anexo 34

Diagrama de Análisis de Procesos – Método Mejorado

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 1 Hoja núm. 1 de 25		Resumen						
Objeto:	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Planchas de fondo, boquilla N4, facilidades Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Operación	15						
	Transporte	11						
	Espera	10						
	Inspección	9						
Método: Actual/Propuesto	Almacenamiento	3						
Lugar: Área 2840	Distancia (m)							
Operario(s) Ficha núm.	Tiempo (hrs)	38.47						
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge capataz, armador, oficial, topógrafo, op. plataforma	Costo							
	Metro lineal de soldadura	11.40 m						
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14-May	Material	5,919 kg						
Aprobado por: Fecha:	Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo	Observaciones			
Recepción y verificación de base de concreto para tanque				○				
Trazo de ubicación de planchas en base de concreto			1.50	→		Estación total		
Planchas de fondo en almacén y boquilla N4 (Taller Arequipa)				□				
Transporte de planchas de fondo y boquilla N4 hasta Taller	5,919 kg	219 km		→		Camión plataforma		
Espera de confirmación para ingreso a obra				□				
Transporte de planchas de fondo y boquilla N4 hasta pie de		104 km		→		Camión plataforma		
Espera de camión grúa para izaje			0.40	□				
Izaje de planchas de fondo	5,855 kg		1.00	→		Camión Grúa		
Traslado de planchas de fondo			0.25	→		Camión Grúa		
Descarga de planchas de fondo sobre base de concreto			1.00	→		Camión Grúa		
Inspección visual y dimensional de planchas y boquilla N4			0.80	→		Cinta métrica		
Posicionamiento de planchas			3.00	→		Camión Grúa, prensa h		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.18	□				
Inspección dimensional, verificación topográfica y liberación			0.50	→		Estación total		
Planchas apuntaladas			1.00	→		Máquina de soldar		
Boquilla de drenaje en área de almacenamiento temporal o	64 kg			→				
Traslado de boquilla de drenaje N4			0.08	→		Carrito con plataforma		
Descarga de boquilla de drenaje sobre planchas de fondo			0.01	→		A mano		
Espera de llegada de topógrafo			0.20	□				
Trazo de ubicación de boquilla de drenaje N4 en fondo			0.40	→		Estación total		
Corte de fondo			0.30	→		Esmeril		
Giro de plancha PL-7			1.50	→		Camión grúa		
Armado y apuntalado de boquilla de drenaje en fondo			2.50	→		Máquina de soldar		
Limpieza de junta			0.05	→		Esmeril		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20	□				
Inspección visual y dimensional de armado de boquilla N4			0.60	→		Estación total		
Soldeo de Boquilla de drenaje N4	0.20 m		0.80	→		Máquina de soldar		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20	□				
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes pen			0.40	→		Kit de tintes penetrant		
Giro de plancha PL7			2.00	→		Camión grúa		
Posicionamiento de plancha PL-7			0.80	→		Camión grúa, máquina		
Soldeo de Boquilla de drenaje N4			0.80	→		Máquina de soldar		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20	□				
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes pen			0.30	→		Kit de tintes penetrant		
Limpieza de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco			1.50	→		Esmeril		
Plegado de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco			8.50	→		Bomba hidráulica, cili		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10	□				
Inspección de plegado			0.20	→				
Soldeo de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco	5.60 m		3.00	→		Máquina de soldar		
Limpieza de junta			0.50	→		Esmeril		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10	□				
Inspección por tintes penetrantes			0.50	→		Kit de tintes penetrant		
Soldeo de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco	5.60 m		2.00	→		Máquina de soldar		
Limpieza de junta			0.50	→		Esmeril		
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10	□				
Inspección por tintes penetrantes			0.50	→		Kit de tintes penetrant		
Facilidades de tanque en almacén (Taller Arequipa)				→				
Transporte de facilidades de tanque hasta Taller Moquegua	5,695 kg			→		Camión plataforma		
Total				15	11	10	9	3

Diagrama de análisis de proceso			Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 3 de 25	Resumen							
Objeto:	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A4	Operación	27							
Actividad:	Transporte	0							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	5							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	5							
Lugar:	Almacenamiento	0							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	14.53							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo								
capataz, armador, oficial, op. Plataforma, andamios	Metro lineal de soldadura	14.16 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material								
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Traslado de plancha de casco A4-1			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A4-1			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A4-2	1,455 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A4-2			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A4-2			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A4-3	913 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A4-3			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A	10 unid		0.02						A mano
Armado de andamios en perímetro exterior de tanque (Facilidades)			0.80						A mano
Esmerilado de extremos verticales planchas A4-1 y A4-2			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A4-1 y A4-2			0.33						Esmeril
Planchas A4-1 y A4-2 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A4-1 y A4-2	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A4-1 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-1 (r	2.58 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-1			0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.50						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-1	2.58 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-1			0.20						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-1	1.29 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-1 (c	1.29 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-1			0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada			0.25						Kit de tintes penetrant
Extremos verticales planchas A4-2 y A4-3 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A4-2 y A4-3			0.20						Esmeril
Planchas A4-2 y A4-3 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A4-2 y A4-3	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A4-2 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-2 (r	2.58 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-2			0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.50						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-2	2.58 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-2			0.20						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-2	1.29 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Total				27	0	5	5	0	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 4 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A4	Operación	21							
Actividad:	Transporte	8							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	10							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Ficha núm.	Tiempo (hrs)	12.53						
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo								
capataz, armador, oficial, topógrafo	Metro lineal de soldadura	9.01 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material								
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	D	□	▽		
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-2 (c	1.29 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-2			0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25						Kit de tintes penetrant
Planchas A4-3 y A4-1 aproximadas			0.17						Teclé ratchet, prensa h
Plantillado de junta de cierre			0.25						Estación total
Trazo vertical de plancha A4-3 para corte			0.25						Estación total
Plancha A4-3 cortada			0.33						Esmeril
Extremos verticales planchas A4-3 y A4-1 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A4-3 y A4-1			0.20						Esmeril
Planchas A4-3 y A4-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A4-3 y A4-1	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A4-3 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-3 (r	2.58 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-3			0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.50						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A4-3	2.58 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-3			0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.17						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-3	1.29 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A4-3 (c	1.29 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A4-3			0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25						Kit de tintes penetrant
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)									
Espera de llegada de camión grúa			0.20						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A4-1			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A4-1			0.67						Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A4-1			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A4-2			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A4-2			0.67						Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A4-2			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Total				21	8	10	8	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 5 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A4, ángulo de rigidez	Operación	9							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Transporte	23							
	Espera	6							
	Inspección	3							
	Almacenamiento	7							
Método: Actual/Propuesto									
Lugar:	Distancia (m)								
Operario(s)	Tiempo (hrs)	20.4							
Ficha núm.	Costo								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigidez, capataz, armador, oficial, topógrafo, op. Plataforma	Metro lineal de soldadura								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material	313 kg							
Aprobado por:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Descenso sobre junta JV-A4-3			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A4-3			0.67						Bomba hidráulica, cilindro
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A4-3			0.17						Plantilla con el radio requerido
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descarga en área de almacenamiento temporal obra									Camión grúa
Plataformas intermedias en almacén temp (Facilidades)	20 unid								
Espera por preparación de camión grúa para izaje			0.25						
Izaje de plataformas intermedias			1.50						Camión grúa
Traslado de plataformas intermedias			0.50						Camión grúa
Descarga de plataformas intermedias en postes de soporte			1.25						Camión grúa
Armado y apuntalado plataformas de soporte			2.00						Máquina de soldar
Soldeo de plataforma de soporte			2.00						Máquina de soldar
Rodapiés en almacén temp (Facilidades)									
Traslado de rodapiés			0.50						A mano
Armado y apuntalado de rodapiés			2.00						Máquina de soldar
Soldeo de rodapiés			1.00						Máquina de soldar
Cable acerado de 5/8" y candados crosby en almacén (Facilidades)									
Traslado de cable acerado y candados crosby			0.20						Carrito con plataforma
Descarga sobre fondo de tanque			0.01						A mano
Cable acerado de 5/8 extendido alrededor de postes de soporte			0.50						A mano
Cable acerado de 5/8 instalado en postes de soporte			0.50						A mano
Escalera en almacén temporal (Facilidades)	1 unid								
Espera por preparación de camión grúa para izaje			0.25						
Izaje de escalera			0.10						Camión grúa
Traslado de escalera			0.10						Camión grúa
Descarga de escalera sobre fondo de tanque			0.10						Camión grúa
Apuntalado de escalera en plataformas intermedias			0.15						Máquina de soldar
Tecles de 3 TN y grilletes de 1 1/4 en almacén temporal (Facilidades)									
Traslado de tecles y grilletes de 1 1/4	10 unid		0.50						Carrito con plataforma
Descarga tecles y grilletes en postes de soporte			0.50						a mano
Tecles y grilletes instalados en postes de soporte			1.00						a mano
Inspección topográfica y trazo / para posicionamiento de anillo 4			0.50						Estación total
Instalación de accesorios de izaje	10 unid		0.90						A mano
Retiro de topes de seguridad para plancha inferior de postes de soporte			0.10						A mano
Izaje de anillo 4			0.50						Gancho de izaje, tecl
Giro de A4 según trazo realizado			0.50						Gancho de izaje, tecl
Ángulos de rigidez en almacén (Taller Arequipa)	313 kg								
Transporte de ángulos de rigidez hasta Taller Moquegua									Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportados hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de ángulos de rigidez			0.20						Camión grúa
Transporte de ángulos de rigidez			0.10						Camión grúa
Descarga de ángulos de rigidez en almacén temporal			0.10						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de ángulos de rigidez			1.00						
Total				9	23	6	3	7	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 6 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Ángulo de rigidez, ménsula de vigas de techo	Operación	20							
Actividad:	Transporte	11							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	5							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	10							
Lugar:	Almacenamiento	2							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	50.37							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo								
capataz, armador, oficial, topógrafo	Metro lineal de soldadura	62.83 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material	105 kg							
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Limpieza y biselado de ángulos de rigidez			2.00						Esmeril
Trazo de ubicación de ángulos de rigidez en parte superior de A4			0.50						Estación total
Limpieza mecánica en área donde se ubicará ángulos de rigidez			2.50						Esmeril
Instalación de cartelas de soporte de anillos de rigidez			0.67						Máquina de soldar
Ángulos de rigidez en almacén temporal									
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de ángulos de rigidez			0.20						A mano
Transporte de ángulos de rigidez			0.10						A mano
Descarga sobre plataforma de andamios			0.10						A mano
Izaje de ángulo de rigidez tramo 1 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 1 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 1			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 2 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 2 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 2			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 3 en A4			0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 3 en A4	52 kg		0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 3			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 4 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 4 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 4			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 5 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 5 en A4			0.20						Prensas C de 6"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 5			0.20						Máquina de soldar
Izaje de ángulo de rigidez tramo 6 en A4	52 kg		0.10						A mano
Presentación de ángulo de rigidez tramo 6 en A4			0.20						Prensas C de 4"
Inspección visual y dimensional			0.20						Cinta métrica, cordel
Apuntalado de ángulo de rigidez tramo 6			0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						Antorcha
Inspección visual, dimensional y liberación de armado para soldeo			0.50						Cinta métrica, cordel
Soldeo de ángulos de rigidez (02 pases)	62.83 m		20.00						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						Antorcha
Inspección visual de junta soldada			0.67						Kit de tintes penetrant
Trazo de ubicación de ménsulas para vigas en A4			1.50						Estación total
Ménsula para vigas en almacén temporal	105 kg								
Traslado de ménsulas de vigas a tanque			0.10						Carrito con plataforma
Apuntalado de ménsulas de vigas en A4			1.90						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.33						Estación total
Soldeo de ménsulas para vigas			12.00						Máquina de soldar
Inspección visual de junta soldada			0.50						Kit de tintes penetrant
Limpieza mecánica general A-4			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.20						
Total				20	11	5	10	2	

Diagrama de análisis de proceso			Operario/Material/Equipo						
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 7 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de A4 y A3	Operación	22							
Actividad:	Transporte	16							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	4							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	5							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	16.54							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo								
capataz, armador, oficial, andamieros	Metro lineal de soldadura	7.20 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material								
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Inspección de visual A-4			0.33						
Instalación de accesorios de izaje y grilletes de 1" a teclas d	10 unid		1.50						A mano
Retiro de topes de seguridad de parte superior de plancha de postes de soporte			0.17						A mano
Izaje de A4			1.50						Gancho de izaje, tecla
Topes de seguridad instalados en postes de soporte para A4			0.08						A mano
Desarmado de andamios perimetrales exteriores			0.60						A mano
Planchas de casco (A3) en almacén temporal									
Izaje de plancha de casco A3-1	1,356 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A3-1			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A3-1			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A3-2	1,356 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A3-2			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A3-2			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A3-3	851 kg		0.20						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A3-3			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco A3-3 sobre ángulos de soporte			0.20						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A3-3			0.02						A mano
Armado de andamios en perímetro de tanque (Facilidades)			0.80						A mano
Esmerilado de extremos verticales planchas A3-1 y A3-2			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A3-1 y A3-2			0.33						Esmeril
Planchas A3-1 y A3-2 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Tecla ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A3-1 y A3-2	6 unid		0.20						Máquina soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A3-1 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Máquina soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Máquina soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-1 (ra	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.50						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-1	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-1			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-1	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-1 (ca	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25						Kit de tintes penetrant
Extremos verticales planchas A3-2 y A3-3 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A3-2 y			0.33						Esmeril
Planchas A3-2 y A3-3 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Tecla ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A3-2 y A3-3	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A3-2 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Total				22	16	4	5	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 8 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de A3	Operación	27							
Actividad:	Transporte	4							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	9							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	7							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	16.72							
Ficha núm.	Costo								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Metro lineal de soldadura	14.40 m							
capataz, armador, oficial	Material								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Total								
Aprobado por: Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-2 (r	2.40 m		0.83	*					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-2			0.50		*				Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.50					*	Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-2	2.40 m		0.83	*					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-2			0.50		*				Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-2	1.20 m		0.42	*					Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25		*				Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-2 (c	1.20 m		0.42	*					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-2			0.50		*				Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25					*	Kit de tintes penetrant
Planchas A3-3 y A3-1 aproximadas			0.17	*					Teclé ratchet, prensa h
Plantillado de junta de cierre			0.25	*					Cinta métrica, marcado
Trazo vertical de plancha A3-3 para corte			0.25	*					Estación total
Plancha A3-3 cortada			0.33	*					Esmeril
Extremos verticales planchas A3-3 y A3-1 esmerilados			0.50	*					Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A3-3 y A3-1			0.33	*					Esmeril
Planchas A3-3 y A3-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10	*					Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A3-3 y A3-1	6 unidad		0.20	*					Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A3-3 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50	*					Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unidad		0.20	*					Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33					*	
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-3 (r	2.40 m		0.83	*					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-3			0.50		*				Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			1.00					*	Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A3-3	2.40 m		0.83	*					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-3			0.50		*				Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.17					*	Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-3	1.20 m		0.42	*					Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25		*				Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A3-3 (c	1.20 m		0.42	*					Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A3-3			0.50		*				Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección visual de junta soldada y aplicación de tintes per			0.25					*	Kit de tintes penetrant
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)									
Espera de llegada de camión grúa			0.20						
Izaje de prensa de enderezado			0.20					*	Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10					*	Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A3-1			0.20					*	Camión grúa
Enderezado de junta JV-A3-1			0.67					*	Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A3-1			0.17					*	Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.20					*	Camión grúa
Total				27	4	9	7	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 9 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A4, A3	Operación	16							
Actividad:	Transporte	15							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	8							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	1							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	55.68							
Ficha núm.	Costo								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Metro lineal de soldadura	125.66 m							
capataz, armador, oficial, topógrafo	Material								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Total								
Aprobado por: Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A3-2			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A3-2			0.67						Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A3-2			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A3-3			0.20						Camión grúa
Enderezado de junta JV-A3-3			0.67						Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de enderezado de junta JV-A3-3			0.17						Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa
Descarga en área de almacenamiento temporal obra									Camión grúa
Limpieza mecánica general A-3			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de visual A-3			0.33						
Inspección topográfica y trazo para posicionamiento de A3 bajo A4			1.00						Estación total
Retiro de topes de seguridad de parte superior de plancha de postes de soporte			0.10						A mano
Izaje de A3	3,564 kg		0.30						Gancho de izaje, tecl
Giro de A3 según trazo realizado			0.27						Gancho de izaje, tecl
Retiro de tope de seguridad de A-3			0.10						A mano
Retiro de tope de seguridad de A-4			0.10						A mano
Descenso de A-3 sobre A-4			0.50						Gancho de izaje, tecl
Instalación de topes alrededor de junta horizontal de A3 y A4 (3 mm de separación en			1.00						Máquina de soldar
Retiro de accesorios de izaje			0.50						Esmeril
Limpieza mecánica de área perimetral de junta horizontal A3 y A4			3.00						Esmeril
Instalación de cartelas interiores de rigidez perpendiculares a junta horizontal			2.00						Máquina de soldar
Apuntalado de junta horizontal			5.00						Máquina de soldar
Inspección visual y dimensional de armado de junta horizontal A4-A3			1.00						Estación total
Primer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A4-A3	31.42 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A4-A3	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Tercer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A4-A3	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura			1.00						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A4-A3	15.71 m		3.00						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			3.00						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A4-A3	15.71 m		1.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00						Esmeril
Total				16	15	8	8	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 10 de 25	Resumen								
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Planchas de casco A4, A3, A2 y A1	Operación	9								
Actividad:	Transporte	26								
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	6								
Método: Actual/Propuesto	Inspección	5								
Lugar:	Almacenamiento	2								
Operario(s)	Distancia (m)									
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	28.08								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, riggers	Costo									
capataz, armador, oficial, op. plataforma, andamiero	Metro lineal de soldadura	31.42 m								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material	8,316 kg								
Aprobado por:	Total									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00							Kit de tintes penetrantes
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A4-A3	31.42 m		4.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A4-A3			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura			1.00							Kit de tintes penetrantes
Instalación de accesorios de izaje para giro			1.00							A mano
Izaje de A4-A3	7,387 kg		0.50							Gancho de izaje, tecl
Giro de A4-A3-A2 (90 cm)			0.50							Prensa horizontal, tecl
Descenso de A4-A3			0.50							Gancho de izaje, tecl
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			2.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00							Kit de tintes penetrantes
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			2.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A4 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.20							Kit de tintes penetrantes
Izaje de A4-A3	7,387 kg		1.00							Gancho de izaje, tecl
Giro de A4-A3 (90 cm) a su posición original			0.20							Prensa horizontal, tecl
Descenso de A4-A3			0.20							Gancho de izaje, tecl
Desarmado de andamios perimetrales exteriores			0.67							A mano
Izaje de A4-A3	7,387 kg		0.20							Gancho de izaje, tecl
Topes de seguridad instalados en postes de soporte para A4-A3			0.10							A mano
Planchas de casco (A2-A1) en almacén (Taller AQP)	8,316 kg									
Transporte de planchas de casco (A2-A1) hasta Taller Moquegua		219 km								Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra										
Transporte de planchas de casco (A2-A1) hasta pie de obra		104 km								Camión plataforma
Espera de llegada de camión grúa para izaje			0.25							
Izaje de cama-cuna con planchas de casco (A2-A1)			0.80							Camión grúa
Transporte de cama-cuna con planchas de casco (A2-A1)			0.10							Camión grúa
Descarga de cama-cuna con planchas de casco (A2-A1) en almacén temporal			0.80							Camión grúa
Inspección visual y dimensional de planchas (A2-A1)			0.50							Cinta métrica
Planchas de casco (A2) en almacén temporal										
Izaje de plancha de casco A2-1	1,356 kg		0.50							Camión grúa
Traslado de plancha de casco A2-1			0.10							Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60							Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A2-1			0.02							A mano
Izaje de plancha de casco A2-2	1,356 kg		0.50							Camión grúa
Traslado de plancha de casco A2-2			0.10							Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60							Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A2-2			0.02							A mano
Izaje de plancha de casco A2-3	851 kg		0.50							Camión grúa
Traslado de plancha de casco A2-3			0.10							Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60							Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A2-3			0.02							A mano
Armado de andamios en perímetro de tanque (Facilidades)			1.00							A mano
Esmerilado de extremos verticales planchas A2-1 y A2-2			0.50							Esmeril
Total				9	26	6	5	2		

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 11 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A2	Operación	35							
Actividad:	Transporte	0							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	6							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	7							
Lugar:	Almacenamiento	0							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	18.47							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, rigger, capataz, armador, oficial, topógrafo	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	14.40 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A2-1 y A2-2			0.33						Esmeril
Planchas A2-1 y A2-2 aproximadas (3 mm distancia)			0.20						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A2-1 y A2-2	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A2-1 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.30						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.30						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-1 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-1	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-1			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-1	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-1 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant
Extremos verticales planchas A2-2 y A2-3 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A2-2 y			0.33						Esmeril
Planchas A2-2 y A2-3 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A2-2 y A2-3	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A2-2 (se inicia el apuntalado			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-2 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-2			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-2	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-2			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-2	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-2 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A2-2			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant
Planchas A2-3 y A2-1 aproximadas			0.17						Teclé ratchet, prensa h
Plantillado de junta de cierre			0.25						Cinta métrica y marca
Trazo vertical de plancha A2-3 para corte			0.25						Estación total
Plancha A2-3 cortada			0.33						Esmeril
Extremos verticales planchas A2-3 y A2-1 esmerilados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A2-3 y			0.33						Esmeril
Planchas A2-3 y A2-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A2-3 y A2-1	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A2-3 (se inicia el apuntalado			0.50						Máquina de soldar
Total				35	0	6	7	0	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 12 de 25	Resumen								
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Planchas de casco A2	Operación	13								
Actividad:	Transporte	12								
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	12								
Método: Actual/Propuesto	Inspección	9								
Lugar:	Almacenamiento	2								
Operario(s)	Distancia (m)									
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	16.93								
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge	Costo									
capataz, armador, oficial, topógrafo	Metro lineal de soldadura	7.20 m								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material									
Aprobado por: Fecha:	Total									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	◻	D	□	▽		
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Máquina de soldar	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de armado de junta vertical			0.33							
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-3 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A2-3			0.50						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant	
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A2-3	2.40 m		0.83						Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A2-3			0.50						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.17						Kit de tintes penetrant	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-3	1.20 m		0.42						Máquina de soldar	
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A2-3 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A2-3			0.50						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant	
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)										
Espera de llegada de camión grúa			0.20							
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa	
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa	
Descenso sobre junta JV-A2-1			0.20						Camión grúa	
Enderezado de junta JV-A2-1			0.67						Bomba hidraulica, cili	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A2-1			0.17						Plantilla con el radio r	
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa	
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa	
Descenso sobre junta JV-A2-2			0.20						Camión grúa	
Enderezado de junta JV-A2-2			0.67						Bomba hidraulica, cili	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A2-2			0.17						Plantilla con el radio r	
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.20						Camión grúa	
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa	
Descenso sobre junta JV-A2-3			0.20						Camión grúa	
Enderezado de junta JV-A2-3			0.67						Bomba hidraulica, cili	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A2-3			0.17						Plantilla con el radio r	
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa	
Traslado de prensa de enderezado			0.10						Camión grúa	
Descarga en área de almacenamiento temporal obra										
Limpieza mecánica general A-2			2.67						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de visual A-2			0.33							
Inspección topográfica y trazo / posicionamiento de A2 bajo A3-4										
Giro de A2 según trazo realizado			0.50						Gancho de izaje, tecl	
Total					13	12	12	9	2	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 13 de 25	Resumen								
Objeto		Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A2, A3 y A4		Operación	20							
Actividad:		Transporte	13							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001		Espera	7							
Método: Actual/Propuesto		Inspección	8							
		Almacenamiento	0							
Lugar:		Distancia (m)								
Operario(s)	Ficha núm.	Tiempo (hrs)	70.37							
Op. camión grúa, soldador, apuntalador, sup. calidad, rigge		Costo								
capataz, armador, oficial, andamiero		Metro lineal de soldadura	157.08 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021		Material								
Aprobado por: Fecha:		Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
Retiro de tope de seguridad de A-2	10 unid		0.10		*				A mano	
Retiro de tope de seguridad de A-3	10 unid		0.10		*				A mano	
Descenso de A-2 sobre A-3			0.50		*				Gancho de izaje, tecl	
Instalación de topes alrededor de junta horizontal de A2 y A3 (3 mm de separación en			1.00		*				Máquina de soldar	
Retiro de accesorios de izaje			0.50		*				A mano	
Limpieza mecánica de área perimetral a junta horizontal A2 y A3			3.50		*				Esmeril	
Instalación de cartelas interiores de rigidez perpendiculares a junta horizontal			3.00		*				Máquina de soldar	
Apuntalado de junta horizontal			5.00		*				Máquina de soldar	
Inspección visual y dimensional de armado de junta horizontal A3-A2			1.00		*				Estación total	
Primer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		8.00		*				Máquina de soldar	
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00		*				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10		*					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00		*				Kit de tintes penetrant	
Segundo pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		4.00		*				Máquina de soldar	
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00		*				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10		*					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00		*				Kit de tintes penetrant	
Tercer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		4.00		*				Máquina de soldar	
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00		*				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10		*					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00		*				Kit de tintes penetrant	
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2	15.71 m		3.00		*				Máquina de soldar	
Retiro de cartelas de rigidez			3.00		*				Esmeril	
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2	15.71 m		1.00		*				Máquina de soldar	
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00		*				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10		*					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00		*				Kit de tintes penetrant	
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2	31.42 m		4.00		*				Máquina de soldar	
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2			2.00		*				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10		*					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00		*				Kit de tintes penetrant	
Instalación de accesorios de izaje para giro			1.00		*					
Izaje de A4-A3-A2	10,951 kg		0.50		*				Gancho de izaje, tecl	
Giro de A4-A3-A2 (90 cm)			0.50		*				Prensa horizontal, tec	
Descenso de A4-A3-A2			0.50		*				Gancho de izaje, tecl	
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos por			2.00		*				Máquina de soldar	
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00		*				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10		*					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00		*				Kit de tintes penetrant	
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos			2.00		*				Máquina de soldar	
Limpieza de junta horizontal JH-A3-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00		*				Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10		*					
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.20		*				Kit de tintes penetrant	
Izaje de A4-A3-A2	10,951 kg		1.00		*				Gancho de izaje, tecl	
Giro de A4-A3 (90 cm) a su posición original			0.20		*				Prensa horizontal, tec	
Descenso de A4-A3-A2			0.20		*				Gancho de izaje, tecl	
Desarmado de andamios perimetrales exteriores			0.67		*				A mano	
Izaje de A4-A3-A2	10,951 kg		0.20		*				Gancho de izaje, tecl	
Total					20	13	7	8	0	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 14 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A1	Operación	24							
Actividad:	Transporte	13							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	5							
	Inspección	5							
	Almacenamiento	1							
Método: Actual/Propuesto									
Lugar:	Distancia (m)								
Operario(s)	Tiempo (hrs)	18.59							
Ficha núm.	Costo								
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, andamiere, rigger	Metro lineal de soldadura	12.00 m							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material								
Aprobado por: Fecha:	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					
				○	◻	D	□	▽	
Topes de seguridad instalados en postes de soporte para A4	10 unid		0.10	*					A mano
Planchas de casco (A1) en almacén temporal									
Izaje de plancha de casco A1-1	1,809 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A1-1			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A1-1			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A1-2	1,809 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A1-2			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A1-2			0.02						A mano
Izaje de plancha de casco A1-3	1,135 kg		0.50						Camión grúa
Traslado de plancha de casco A1-3			0.10						Camión grúa
Descarga de plancha de casco sobre ángulos de soporte			0.60						Camión grúa
Tope de seguridad instalado en parte superior de plancha A1-3			0.02						A mano
Armado de andamios en perímetro de tanque (Facilidades)			1.00						A mano
Biselado de extremos verticales planchas A1-1 y A1-2			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A1-1 y A1-2			0.33						Esmeril
Planchas A1-1 y A1-2 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Tecla ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A1-1 y A1-2	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A1-1 (se inicia el apuntalado por los extremos)			0.50						Esmeril
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-1 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-1	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-1			0.50						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-1	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-1 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-1			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant
Extremos verticales planchas A1-2 y A1-3 biselados			0.50						Esmeril
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A1-2 y			0.33						Esmeril
Planchas A1-2 y A1-3 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Tecla ratchet, prensa h
Separadores instalados entre planchas A1-2 y A1-3	6 unid		0.20						Máquina de soldar
Apuntalado de junta vertical JV-A1-2 (se inicia el apuntalado			0.50						Máquina de soldar
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junta	4 unid		0.20						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de armado de junta vertical			0.33						
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-2 (r	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Limpieza de junta vertical JV-A1-2			0.50						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-2	2.40 m		0.83						Máquina de soldar
Total				24	13	5	5	1	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 15 de 25	Resumen								
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Planchas de casco A1	Operación	24								
Actividad:	Transporte	6								
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	9								
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8								
Lugar:	Almacenamiento	1								
Operario(s)	Tiempo (hrs)	15.13								
Ficha núm. Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, topógrafo, op. camión grúa, rigger	Costo									
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	9.60 m								
Aprobado por: Fecha:	Material									
	Total									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
Limpieza de junta vertical JV-A1-2			0.50						Esmeril	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-2	1.20 m		0.42						Máquina de soldar	
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-2 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-2			0.50						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant	
Planchas A1-3 y A1-1 aproximadas			0.17						Teclé ratchet, prensa h	
Plantillado de junta de cierre			0.25						Cinta métrica y marca	
Trazo vertical de plancha A1-3 para corte			0.25						Estación total	
Plancha A1-3 cortada			0.33						Esmeril	
Extremos verticales planchas A1-3 y A1-1 biselados			0.50						Esmeril	
Limpieza de área perimetral a la junta vertical 2 cm en A1-3 y			0.33						Esmeril	
Planchas A1-3 y A1-1 aproximadas (3 mm distancia)			0.10						Teclé de cadena + pre	
Separadores instalados entre planchas A1-3 y A1-1	6 unid		0.20						Máquina de soldar	
Apuntalado de junta vertical JV-A1-3 (se inicia el apuntalado			0.50						Máquina de soldar	
Cartelas de rigidez instaladas de forma perpendicular a junt	4 unid		0.20						Máquina de soldar	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de armado de junta vertical			0.33							
Primer pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-3 (re	2.40 m		0.83						Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-3			0.50						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant	
Segundo pase de soldadura exterior en junta vertical JV-A1-3	2.40 m		0.83						Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-3			0.50						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.17						Kit de tintes penetrant	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-3	1.20 m		0.42						Máquina de soldar	
Retiro de cartelas de rigidez			0.25						Esmeril	
Primer pase de soldadura interior en junta vertical JV-A1-3 (c	1.20 m		0.42						Máquina de soldar	
Limpieza de junta vertical JV-A1-3			0.50						Esmeril	
Espera de llegada supervisor de calidad			0.17							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.25						Kit de tintes penetrant	
Prensa de enderezado en almacén temporal obra (facilidades)										
Espera de llegada de camión grúa			0.20							
Izaje de prensa de enderezado			0.20							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A1-1			0.20							Camión grúa
Enderezado de junta JV-A1-1			0.67							Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A1-1			0.17							Plantilla con el radio r
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.20							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A1-2			0.20							Camión grúa
Enderezado de junta JV-A1-2			0.67							Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A1-2			0.17							Plantilla con el radio r
Total				24	6	9	8	1		

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 16 de 25	Resumen								
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Planchas de casco A1, A2	Operación	12								
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Transporte	21								
	Espera	6								
	Inspección	7								
	Almacenamiento	2								
Método: Actual/Propuesto										
Lugar:	Distancia (m)									
Operario(s)	Tiempo (hrs)	43.31								
Ficha núm.	Costo									
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, topógrafo, op. camión grúa, rigger	Metro lineal de soldadura	31.42 m								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material									
Aprobado por: Fecha:	Total									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.20							Camión grúa
Descenso sobre junta JV-A1-3			0.10							Camión grúa
Enderezado de junta JV-A1-3			0.67							Bomba hidráulica, cili
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de enderezado de junta JV-A1-3			0.17							Plantilla con el radio
Espera de camión grúa			0.10							
Izaje de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Traslado de prensa de enderezado			0.10							Camión grúa
Descarga en área de almacenamiento temporal obra										Camión grúa
Trazo de ubicación de manhole (boquilla N7)			0.50							Estación total
Corte de casco			1.00							Esmeril
Limpieza mecánica general A-1			2.67							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de visual A-1			0.33							
Inspección topográfica y trazo para posicionamiento de A1 respecto a fondo de tanque			1.50							Estación total
Retiro de topes de seguridad de A1 de postes de soporte			0.10							A mano
Izaje de A1	4,753 kg		0.30							Gancho de izaje, tecl
Giro de A1 según trazo realizado			0.27							Gancho de izaje, tecl
Trazo de ubicación de anillo 1 en fondo de tanque			0.70							Estación total
Cartelas guía en almacen temporal obra										
Traslado de cartelas guía a fondo de tanque			0.10							
Instalación de cartelas alrededor de trazo realizado			0.70							Máquina de soldar
Retiro de accesorios de izaje de A2-3-4 (anillo asienta sobre topes de seguridad)			0.50							A mano
Instalación de accesorios de izaje en A1			0.50							A mano
Retiro de tope de seguridad A1			0.10							A mano
Izaje de A1			0.20							Gancho de izaje, tecl
Retiro de ángulos de soporte			2.00							Esmeril
Descenso de A1 a fondo de tanque			0.50							Gancho de izaje, tecl
Retiro de accesorios de izaje A1			0.50							A mano
Apuntalado de junta de A1 con fondo de tanque			4.00							Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de armado de junta de A1 con fondo de tanque			1.00							
Accesorio de izaje instalado en A2-3-4			0.50							A mano
Izaje de A2-3-4			0.20							Gancho de izaje, tecl
Retiro de tope de seguridad de poste de soporte			0.10							A mano
Descenso de A2-3-4 sobre A1			0.50							Gancho de izaje, tecl
Instalación de topes alrededor de junta horizontal de A1 y A2 (3 mm de separación en			1.00							Máquina de soldar
Retiro de accesorios de izaje			0.50							A mano
Limpieza mecánica de área perimetral a junta horizontal A1 y A2			2.00							Esmeril
Instalación de cartelas interiores de rigidez perpendiculares a junta horizontal			2.00							Esmeril
Apuntalado de junta horizontal			4.00							Máquina de soldar
Inspección visual y dimensional de armado de junta horizontal A1-A2			1.00							Estación total
Primer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A1-A2	31.42 m		8.00							Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00							Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00							Kit de tintes penetrant
Total				12	21	6	7	2		

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 17 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de casco A1, planchas de fondo	Operación	27							
Actividad:	Transporte	0							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	11							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	10							
Lugar:	Almacenamiento	0							
Operario(s)	Distancia (m)								
Ficha núm.	Tiempo (hrs)	95.30							
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo	Costo								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Metro lineal de soldadura	276.69 m							
Aprobado por: Fecha:	Material								
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Segundo pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A1-A2	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Tercer pase de soldadura exterior en junta horizontal JH-A1-A2	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A2	12.71 m		2.00						Máquina de soldar
Retiro de cartelas de rigidez			3.00						Esmeril
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A2	15.71 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A2	28.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Primer pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A2	3.00 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Segundo pase de soldadura interior en junta horizontal JH-A1-A2	3.00 m		2.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta horizontal JH-A1-A2 (segmentos ocultos por columnas de izaje)			1.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.20						Kit de tintes penetrant
Retiro de facilidades del interior de tanque			4.00						Esmeril, camión grúa
Limpieza mecánica de fondo de tanque			2.00						Esmeril
Limpieza de juntas de planchas de fondo			3.50						Esmeril
Soldeo de planchas de fondo base primer pase	28.39 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Soldeo de planchas de fondo segundo pase	28.39 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas fondo			2.00						Esmeril
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Soldeo de A1 con fondo de tanque primer pase exterior	31.42 m		8.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrant
Soldeo de A1 con fondo de tanque segundo pase exterior	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrant
Soldeo de A1 con fondo de tanque primer pase interior	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Total				27	0	11	10	0	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 18 de 25	Resumen							
Objeto: Planchas de casco A1, planchas de fondo, silletas, estructura de soporte de techo	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Actividad: Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Operación	16							
Método: Actual/Propuesto	Transporte	9							
Lugar:	Espera	8							
Operario(s) Ficha núm. Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and. oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, op. Plataforma	Inspección	12							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Almacenamiento	3							
Aprobado por: Fecha:	Distancia (m)								
	Tiempo (hrs)	89.80							
	Costo								
	Metro lineal de soldadura	65,54 m							
	Material	2,827 kg							
	Total								
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Soldo de A1 con fondo de tanque segundo pase interior	31.42 m		4.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas de planchas de fondo			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Inspección por caja de vacío a juntas de fondo			5.00						Bomba de vacío, vacío
Armado de torre de andamios de 270º a 0º de A1 a A4			1.00						A mano
Limpieza mecánica en juntas soldadas			2.00						Esmeril
Inspección de juntas soldadas por ultrasonido	6 unid		3.00						Equipo de ultrasonido
Armado de torre de andamios de 45º a 135º de A1 a A4			1.00						A mano
Limpieza mecánica en juntas soldadas			2.00						Esmeril
Inspección de juntas soldadas por ultrasonido	6 unid		3.00						Equipo de ultrasonido
Armado de torre de andamios de 135º a 270º de A1 a A4			1.00						A mano
Limpieza mecánica en juntas soldadas			2.00						Esmeril
Inspección de juntas soldadas por ultrasonido	6 unid		3.00						Equipo de ultrasonido
Desarmado de andamios			2.00						A mano
Trazo de silletas en casco de tanque			3.00						Estación total
Silletas en almacén temporal obra	423 kg								
Traslado			0.50						Carrito con plataforma
Descarga en cada punto trazado			0.10						A mano
Apuntalado de silletas de anclaje			15.00						Máquina de soldar
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual, dimensional y liberación de armado de silletas			2.00						Estación total
Soldo de silletas primer pase	17.06 m		6.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas soldadas de silleta			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Soldo de silletas segundo pase	17.06 m		6.00						Máquina de soldar
Limpieza de juntas soldadas de silleta			2.00						Esmeril
Espera de llegada supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Inspección de juntas soldadas por partículas magnéticas			10.00						Yugo magnético, spray
Estructura de soporte de techo en almacén (Taller Arequipa)	2,827 kg								
Transporte de estructura de soporte de techo a Taller Moque									Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportadas hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.60						
Izaje de estructura de soporte de techo			0.50						Camión grúa
Transporte de estructuras de soporte de techo			0.10						Camión grúa
Descarga en almacén temporal			0.40						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de estructura de soporte de elementos de columna central de techo en almacén temporal			1.00						Cinta métrica
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de elementos de columna central tramo 1	526 kg		0.30						Camión grúa
Descarga en área contigua a tanque			0.20						Camión grúa
Apuntalado de elementos de tramo 1			4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y liberación de armado			0.50						
Total				16	9	8	12	3	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo								
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 19 de 25	Resumen								
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía						
Estructura de soporte de techo	Operación	22								
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Transporte	7								
Método: Actual/Propuesto	Espera	9								
Lugar:	Inspección	7								
Operario(s)	Almacenamiento	3								
Ficha núm.	Distancia (m)									
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo	Tiempo (hrs)	37.04								
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Costo									
Aprobado por: Fecha:	Metro lineal de soldadura	8.46 m								
	Material									
	Total									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones	
				○	⇨	D	□	▽		
Soldeo de elementos de tramo 1	1.60 m		2.00	↑					Máquina de soldar	
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant	
Soldeo de elementos de tramo 1	1.60 m		2.00	↑					Máquina de soldar	
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant	
Elementos de columna central de techo en almacén temporal										
Espera de llegada de camión grúa			0.10							
Izaje de elementos de columna central tramo 2	546 kg		0.30						Camión grúa	
Descarga en área contigua a tanque			0.20						Camión grúa	
Apuntalado de elementos de tramo 2			4.00						Máquina de soldar	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección visual y liberación de armado			0.50							
Soldeo de elementos de tramo 2	0.80 m		2.00	↑					Máquina de soldar	
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant	
Soldeo de elementos de tramo 2	0.80 m		2.00	↑					Máquina de soldar	
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant	
Trazo de orejas para templar columna en interior de casco de tanque			0.67						Estación total	
Apuntalado de orejas en casco			0.50						Máquina de soldar	
Soldeo de orejas en casco			0.50						Máquina de soldar	
Trazo de base de columna en fondo de tanque			0.67						Estación total	
Tramo 1 de columna central en zona contigua a tanque										
Instalación de grilletes de 1" y eslingas 4 m para templar en			0.20						A mano	
Espera de llegada de camión grúa			0.10							
Izaje de tramo 1 de columna central			0.10						Camión grúa	
Traslado			0.10						Camión grúa	
Descenso sobre fondo de tanque			0.20						Camión grúa	
Apuntalado de base de columna a fondo de tanque			10.00						Máquina de soldar	
Instalación de grilletes de 1" y teclas ratchet en orejas insta			0.40						A mano	
Templado de columna			0.20						Tecla ratchet 1.5 TN	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección visual y dimensional de armado de base de colu			0.50						Estación total	
Soldeo de base de columna primer pase	3.68 m		2.00	↑					Máquina de soldar	
Limpieza mecánica			1.00						Esmeril	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10							
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant	
Armado de andamios alrededor de columna tramo 1 y 2										
Tramo 2 de columna central en zona contigua a tanque										
Instalación de grilletes de 1" y eslingas 4 m para templar			0.20						A mano	
Izaje de tramos 2 de columna central			0.10						Camión grúa	
Traslado			0.10						Camión grúa	
Descenso sobre columna central tramo 2			0.20						Camión grúa	
Total				22	7	9	7	3		

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 20 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Estructura de soporte de techo, boquillas	Operación	18							
Actividad:	Transporte	9							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	10							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	8							
Lugar:	Almacenamiento	3							
Operario(s)	Ficha núm.	Tiempo (hrs)	64.27						
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and. oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, op. Plataforma	Costo	Metro lineal de soldadura	43.97 m						
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Material	Material	1,570 kg						
Aprobado por:	Fecha:	Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Apuntalado de tramo 2 con 1 de columna central			0.67						Máquina de soldar
Instalación de grilletes de 1" y tacles cadena en orejas instaladas en casco de tanque			0.40						A mano
Templado de columna			0.20						Tecler ratchet 1.5 TN
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional de junta de tramos 1 y 2 de columna central			0.50						Estación total
Soldeo de junta de tramos 1 y 2 de columna central primer pase	0.80 m		3.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			1.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Soldeo de base de columna segundo pase	0.80 m		1.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			0.50						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Instalación de voladizos en andamios de columna central			1.00						Andamios
Trazo de ubicación de vigas radiales			2.00						Estación total
Vigas radiales en almacén temporal	1,415 kg								
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de vigas radiales			0.30						Camión grúa
Traslado			0.20						Camión grúa
Descenso sobre mensulas de vigas y columna central			0.30						Camión grúa
Apuntalado de vigas radiales			4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20						
Inspección visual y dimensional de armado de vigas radiales			1.00						Estación total
Soldeo de vigas radiales	23.41 m		8.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.20						
Inspección de soldadura por tintes penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Boquillas de tanque en almacén (Taller Arequipa)									
Transporte de boquillas de tanque hasta Taller Moquegua	1,570 kg								Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportada hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de boquillas de tanque			0.50						Camión grúa
Transporte de boquillas de tanque			0.50						Camión grúa
Descarga de boquillas en almacén temporal			0.50						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de boquillas y accesorios			1.00						Cinta métrica
Trazo de ubicación de boquillas N2, R2, N3 a nivel de piso	93 kg		5.00						Estación total
Corte de casco para instalación de boquillas			5.00						
Boquillas en almacén temporal de obra									
Traslado de boquillas N2, R2, N3, N7 a tanque			0.30						Carrito con plataforma
Apuntalado de boquillas			4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			1.00						Estación total
Soldeo de boquillas primer pase	3.19 m		5.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			0.30						Kit de tintes penetrantes
Soldeo de boquillas segundo pase	3.19 m		5.00						Máquina de soldar
Apuntalado de solapas de boquillas			4.00						Máquina de soldar
Soldeo de solapas de boquillas primer pase	12.58 m		5.00						Máquina de soldar
Total				18	9	10	8	3	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 21 de 25	Resumen							
Objeto	Actividad	Actual	Propuesta	Economía					
Planchas de techo, boquillas	Operación	13							
Actividad:	Transporte	10							
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Espera	11							
Método: Actual/Propuesto	Inspección	10							
Lugar:	Almacenamiento	4							
Operario(s)	Tiempo (hrs)	36.95							
Ficha núm.	Costo								
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and	Metro lineal de soldadura	29.94 m							
oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, op. Plataforma	Material	4,504 kg							
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021	Total								
Aprobado por: Fecha:									
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			0.30						Kit de tintes penetrant
Soldeo de solapas de boquillas segundo pase	12.58 m		5.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			0.30						Kit de tintes penetrant
Prueba neumática en solapas de boquillas			2.68						Manómetro, compresor
Armado de andamios exteriores de tanque del 350º a 45º			1.00						A mano
Trazo de ubicación de boquillas N5 y N12			2.00						Estación total
Boquillas N5, N12 en almacén temporal	59 kg								
Traslado de boquillas N5, N12			0.20						Carrito con plataforma
Descarga sobre andamios			0.10						A mano
Apuntalado de boquillas			1.50						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.50						Estación total
Soldeo de boquillas primer pase	0.72 m		4.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Apuntalado de solapas de boquillas			1.50						Máquina de soldar
Soldeo de solapas de boquillas primer pase	3.04 m		5.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Prueba neumática en solapas de boquillas									Manómetro, compresor
Desarmado de andamios									A mano
Planchas de techo en taller Arequipa									
Transporte de planchas de techo hasta Taller Moquegua	4,504 kg								Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportada hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de planchas de techo			0.40						Camión grúa
Transporte de planchas de techo			0.20						Camión grúa
Descarga de planchas de techo en almacén temporal			0.40						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de planchas de techo			0.50						Cinta métrica
Planchas de techo en almacén temporal									
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de planchas de techo PL 11 y PL 12	2,134 kg		0.30						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga en zona contigua a tanque			0.30						Camión grúa
Posicionamiento de planchas (PL12-PL11-PL11-PL12)			0.67						Camión grúa
Apuntalado de planchas (PL12-PL11-PL11-PL12)			2.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.50						Cinta métrica
Limpieza de juntas a soldar			1.00						Esmeril
Soldeo de planchas primer pase	13.60 m		3.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta soldada			1.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de juntas soldadas con tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrant
Planchas de techo en almacén temporal									
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Total				13	10	11	10	4	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 22 de 25	Resumen							
Objeto	Escalera helicoidal, soportes de tubería, baranda de techo de tanque, Planchas de techo	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad:	Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001	Operación	15						
Método: Actual/Propuesto		Transporte	20						
Lugar:		Espera	7						
Operario(s)	Ficha núm.	Inspección	5						
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, andamiere		Almacenamiento	1						
Compuesto: M. Suárez	Fecha: 14/05/2021	Tiempo (hrs)	27.40						
Aprobado por:	Fecha:	Costo							
		Metro lineal de soldadura							
		Material	2,705 kg						
		Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Izaje de planchas de techo PL 10	2,311 kg		0.30						Camión grúa
Traslado			0.20						Camión grúa
Descarga en zona contigua a tanque			0.30						Camión grúa
Trazo de ubicación de orejas de izaje, orejas para línea de vida			0.50						Estación total
Apuntalado de orejas de izaje y orejas para línea de vida			2.00						Máquina de soldar
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.50						Cinta métrica
Soldeo de orejas y topes			2.00						Máquina de soldar
Espera de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Armado de andamios exteriores 90º a 0º y 180º a 270º			2.00						A mano
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de primer segmento de plancha de techo PL10			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Apuntalado de primer segmento a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Izaje de segundo segmento de plancha de techo PL10			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de segundo segmento PL10			1.00						Prensa horizontal
Apuntalado de segundo segmento con primer segmento PL10			1.00						Máquina de soldar
Apuntalado de segundo segmento a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			1.00						Estación total
Izaje de primer segmento de plancha de techo PL12-11-11-12			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de primer segmento PL12-11-11-12			0.20						Prensa horizontal
Apuntalado de primer segmento PL12-11-11-12 a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Apuntalado de primer segmento PL12-11-11-12 a PL10			1.00						Máquina de soldar
Izaje de segundo segmento de plancha de techo PL12-11-11-12			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre estructura de techo			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de segundo segmento PL12-11-11-12			0.20						Prensa horizontal
Apuntalado de segundo segmento PL12-11-11-12 a PL10			1.00						Máquina de soldar
Apuntalado de segundo segmento a anillo de rigidez			1.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual, dimensional y liberación para soldeo			1.50						Estación total
Desarmado de andamios exteriores 90º a 0º y 180º a 270º			1.50						A mano
Escalera helicoidal, soportes de tubería y baranda superior en taller Arequipa									
Transporte de escalera helicoidal, baranda de techo, soporte	2,705 kg								Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportada hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de escalera helicoidal, soportes de tubería y baranda de techo de tanque			0.80						Camión grúa
Transporte de escalera helicoidal, soportes de tubería y baranda de techo			0.50						Camión grúa
Descarga de escalera helicoidal, soporte de tubería y baranda de techo en almacén			0.80						Camión grúa
Inspección visual y dimensional de escalera helicoidal, soporte de tubería y baranda			2.00						
Total				15	20	7	5	1	

Diagrama de análisis de proceso				Operario/Material/Equipo					
Diagrama núm. 1		Hoja núm. 23 de 25		Resumen					
Objeto:	Escalera helicoidal, barandas de techo			Actividad	Actual	Propuesta	Economía		
Actividad:	Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001				15				
Método:	Actual/Propuesto				Operación	20			
Lugar:	Distancia (m)				Transporte	7			
Operario(s)	Ficha núm.				Espera	3			
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and...				Tiempo (hrs)	71.10				
oficial, op. camión grúa, rigger, topógrafo, op plataforma				Costo					
Compuesto:	M. Suárez	Fecha:	14/05/2021	Metro lineal de soldadura	12.10 m				
Aprobado por:	Fecha:			Material					
				Total					
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
Escalera helicoidal en almacén temporal									
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de elementos de escalera helicoidal	1,619 kg		0.40						Camión grúa
Traslado elementos de escalera helicoidal hacia área de pre ensamble			0.20						Camión grúa
Descarga de elementos			0.40						Camión grúa
Pre ensamble de tramo 01 de escalera			6.00						Perno 5/8 x 1 1/2"
Pre ensamble de tramo 02 de escalera			6.00						Perno 5/8 x 1 1/2"
Pre ensamble de tramo 03 de escalera			6.00						Perno 5/8 x 1 1/2"
Armado de andamios de 270° a 90°			1.00						Andamios
Trazo de soportes de escalera helicoidal			4.50						Estación total
Soportes de escalera helicoidal en almacen temporal obra	210 kg								
Traslado de soportes de escalera helicoidal			0.10						Carrito con plataforma
Descarga sobre andamios			0.10						A mano
Apuntalado de soportes de escalera helicoidal			5.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.50						Estación total
Soldeo de soportes de escalera helicoidal	12.10 m		10.00						Máquina de soldar
Limpieza de junta			3.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes									Kit de tintes penetrantes
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de tramos pre ensamblados de escalera helicoidal	1,619 kg		0.80						Camión grúa
Traslado hacia tanque			0.50						Camión grúa
Descarga de tramos pre ensamblados de escalera helicoidal en zona contigua a tanque			0.80						Camión grúa
Izaje de tramo pre ensamblado 01 de escalera helicoidal			0.40						Camión grúa
Traslado de tramo 01 de escalera helicoidal hacia tanque			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de tramo 01 en soportes de casco de tanque			0.30						Camión grúa
Empernado de tramo 01			0.30						Perno 5/8 x 1 1/2"
Izaje de tramo pre ensamblado 02 de escalera helicoidal			0.40						Camión grúa
Traslado de tramo 02 de escalera helicoidal hacia tanque			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de tramo 02 en soportes de casco de tanque			0.30						Camión grúa
Empernado de tramo 02			0.30						Perno 5/8 x 1 1/2"
Izaje de tramo pre ensamblado 03 de escalera helicoidal			0.40						Camión grúa
Traslado de tramo 03 de escalera helicoidal hacia tanque			0.20						Camión grúa
Posicionamiento de tramo 03 en soportes de casco de tanque			0.30						Camión grúa
Empernado de tramo 03			0.30						Perno 5/8 x 1 1/2"
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual, dimensional y verificación de niveles de escalera			1.00						Estación total
Desarmado de andamios de 270° a 90°			2.00						A mano
Trazo de ubicación de barandas en techo de tanque			2.00						Estación total
Barandas de techo en almacén temporal de obra	487 kg								
Espera de llegada de camión grúa			0.10						
Izaje de barandas de techo			0.20						Camión grúa
Traslado			0.10						Camión grúa
Descarga sobre techo de tanque			0.20						Camión grúa
Limpieza mecánica de plancha de techo en zona de armado de baranda			3.00						Esmeril
Armado de barandas de techo			13.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Total				15	20	7	3	3	

Diagrama de análisis de proceso		Operario/Material/Equipo							
Diagrama núm. 1	Hoja núm. 24 de 25	Resumen							
Objeto	Barandas de techo, boquillas, soportes de tubería	Actividad	Actual	Propuesta	Economía				
Actividad:		Operación	16						
Armado y soldeo de tanque 2840-TK-001		Transporte	9						
Método: Actual/Propuesto		Espera	10						
Lugar:		Inspección	10						
Operario(s)	Ficha núm.	Almacenamiento	3						
Soldador, apuntalador, sup. calidad, capataz, armador, and oficial, topógrafo, andamiere, op camión grúa, rigger		Tiempo (hrs)	114.00						
Compuesto: M. Suárez Fecha: 14/05/2021		Costo							
Aprobado por: Fecha:		Metro lineal de soldadura	79.17 m						
		Material	366 kg						
		Total							
Descripción	Cantidad	Distancia (m)	Tiempo (hrs)	Símbolo					Observaciones
				○	⇨	D	□	▽	
Inspección visual, dimensional y liberación para soldeo			1.00						Cinta métrica
Soldeo de barandas en techo de tanque			7.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			2.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de juntas soldadas con tintes penetrantes			0.50						Kit de tintes penetrantes
Limpieza mecánica de juntas de techo a soldar			8.00						Esmeril
Soldeo primer pase de juntas de techo	45.62 m		15.00						Máquina de soldar
Limpieza mecánica			5.00						Esmeril
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de juntas soldadas con tintes penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrantes
Ensayo por caja de vacío a juntas de techo			5.00						Bomba de vacío, vacuómetro
Trazo de ubicación de boquillas de techo N10, N9, N8, N11, R1, N1, N14, N13, N15			4.00						Estación total
Corte de planchas de techo según trazo realizado			5.00						Esmeril
Boquillas y solapas en almacén temporal obra	570 kg								
Espera de camión grúa			0.10						
Izaje de boquillas N10, N9, N8, N11, R1, N1, N14, N13, N15			0.30						Camión grúa
Traslado			0.20						Camión grúa
Descarga sobre techo de tanque			0.20						Camión grúa
Apuntalado de boquillas N10, N9, N8, N11, R1, N1, N14, N13, N15			10.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			1.50						Estación total, cinta métrica
Soldeo de boquillas primer pase	5.12 m		5.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Apuntalado de solapas de boquillas			2.00						Máquina de soldar
Soldeo de solapas de boquillas primer pase	15.52 m		3.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			2.00						Kit de tintes penetrantes
Prueba neumática en solapas de boquillas			3.00						Manómetro, compresor
Armado de andamios exteriores en 180° y 90°			2.00						A mano
Trazo de soportes de tuberías			10.00						Estación total
Soportes de tuberías en almacén temporal obra	374 kg								
Traslado de soportes			0.20						Carrito con plataforma
Descarga sobre andamios			0.10						A mano
Apuntalado de soportes de tuberías			7.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección visual y dimensional			0.40						Estación total
Soldeo de soportes de tuberías	12.91 m		8.00						Máquina de soldar
Espera de llegada de supervisor de calidad			0.10						
Inspección de junta soldada por líquidos penetrantes			1.00						Kit de tintes penetrantes
Desarmado de andamios en 180° y 90°			1.50						A mano
Elementos de regleta en taller Arequipa									
Transporte de elementos de regleta hasta Taller Moquegua	366 kg								Camión plataforma
Espera de confirmación para ingreso a obra									
Transportada hasta pie de obra									Camión plataforma
Espera de camión grúa para izaje			0.10						
Izaje de elementos de regleta			0.10						Camión grúa
Transporte			0.10						Camión grúa
Total									
				16	9	10	10	3	

Anexo 35
Detalle de Ahorro Previsto

- Retraso en el inicio de movilización

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Costo de retraso	8	día	500	4000
Total				4000.0

- Secuenciamiento en el armado de fondo

- Limpieza de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Oficial	3.5	hh	5.7	19.8
Vigía	3.5	hh	3.0	10.5
Capataz	3.5	hh	9.0	31.4
Sub - Total				61.8

- Plegado de juntas de fondo en zona de asentamiento de casco

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Operario	15	hh	7.2	108.3
Oficial	15	hh	5.7	85.1
Capataz	15	hh	9.0	134.7
Otros				
Costo de retraso	1	día	500.0	500.0
Sub - Total				828.1

Total				889.9
--------------	--	--	--	--------------

- Stand by por des abastecimiento de CO2

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Armador	30	hh	7.2	216.6
Oficial	60	hh	5.7	340.2
Capataz	30	hh	9.0	269.4
Vigía	30	hh	3.0	90.0
Soldador	60	hh	10.1	604.8
Amolador	60	hh	5.7	340.2
Andamiero	90	hh	5.7	510.3
Otros				
Costo de retraso	3	día	500.0	1500.0
Total				3871.5

- Paralización por observación de altura de soportes y modificación de los mismo
 - Paralización por observación de seguridad de altura de soportes

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Armador	60	hh	7.2	433.2
Oficial	120	hh	5.7	680.4
Capataz	60	hh	9.0	538.8
Vigía	60	hh	3.0	180.0
Soldador	120	hh	10.1	1209.6
Amolador	120	hh	5.7	680.4
Andamiero	180	hh	5.7	1020.6
Otros				
Costo de retraso	6	día	500.0	3000.0
Sub - Total				7743.0

- Modificación de altura de soportes de casco de tanque en obra

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Armador	14	hh	7.2	101.1
Oficial	28	hh	5.7	158.8

Capataz	14	hh	9.0	125.7
Vigía	14	hh	3.0	42.0
Soldador	28	hh	10.1	282.2
Op. Camión grúa	7	hh	4.2	29.2
Rigger	7	hh	3.7	25.9
Camión grúa	7	hh	24.5	171.5
Otros				
Costo de retraso	1.4	día	500.0	700.0
Sub - Total				1636.4

Total				9379.4
--------------	--	--	--	---------------

- Re ordenamiento de planchas en obra

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Oficial	10	hh	5.7	56.7
Capataz	5	hh	9.0	44.9
Vigía	5	hh	3.0	15.0
Soldador	0	hh	10.1	0.0
Op. Camión grúa	5	hh	4.2	20.8
Rigger	5	hh	3.7	18.5
Equipos				
Camión grúa	5	hm	24.5	122.5
Otros				
Costo de retraso	0.5	día	500.0	250.0
Total				528.5

- Stand by por falta de camión grúa

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Armador	26	hh	7.2	187.7
Oficial	52	hh	5.7	294.8
Capataz	26	hh	9.0	233.5
Vigia	26	hh	3.0	78.0
Soldador	52	hh	10.1	524.2

amolador	52	hh	5.7	294.8
andamiero	78	hh	5.7	442.3
Rigger	26	hh	3.7	96.3
Equipos				
Camión grúa	26	hm	24.5	637.0
Otros				
Costo de retraso por día	2.6	día	500.0	1300.0
Total				4088.6

- Enderezado de ángulos de rigidez

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Armador	12	hh	7.2	86.6
Oficial	24	hh	5.7	136.1
Capataz	12	hh	9.0	107.8
Vigía	12	hh	3.0	36.0
Otros				
Costo de retraso por día	1.2	día	500.0	600.0
Total				966.5

Anexo 36

Detalle de inversión requerida – Método Mejorado

- Elaboración de Plan de movilización

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Supervisor de planeamiento obra	96	hh	9.0	864.0
Administrador	48	hh	6.0	288.0
Director de Proyecto	10	hh	30.0	300.0
Residente	48	hh	15.0	720.0
Supervisor de campo	48	hh	12.5	600.0
Materiales				
Impresiones	1	glb	25.0	25.0
Equipos				
Proyector	1	glb	15.8	15.8
Laptop	1	glb	21.5	21.5
Total				2834.3

- Modificación del secuenciamiento de armado de fondo

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Supervisor de campo	2.0	hh	12.5	25.0
Residente	2.0	hh	15.0	30.0
Capataz	2.0	hh	9.0	18.0
Supervisor de planeamiento obra	2.0	hh	9.0	18.0
Supervisor de calidad	2.0	hh	9.0	18.0
Supervisor de seguridad	16.0	hh	10.5	168.0
Materiales				
Impresiones	1	glb	15.0	15.0
Equipos				
Proyector	1	glb	15.8	15.8
Laptop	1	glb	21.5	21.5
Total				329.3

- Mejoramiento en la gestión de stock de CO2

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Supervisor de campo	2	hh	12.5	25.0
Residente	2	hh	15.0	30.0
Capataz obra	2	hh	9.0	18.0
Supervisor de planeamiento obra	2	hh	9.0	18.0
Supervisor de seguridad	4	hh	10.5	42.0
Almacenero	4	hh	4.0	16.0
Logística	2	hh	7.0	14.0
Materiales				
Impresiones	1	glb	15.0	15.0
Jaula x 12 unidades	1	und	398.7	398.7
Equipos				
Proyector	1	glb	15.8	15.8
Laptop	1	glb	21.5	21.5
Servicios				
Traslado	1	glb	200	200
Total				814.0

- Fabricación de soportes de anillos de tanque

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Supervisor de ingeniería	2	hh	11.0	22.0
Dibujante Técnico- Mecánico	14.54	hh	5.5	80.0
Materiales				
Fabricación de soportes	284.15	kg	1.9	548.4
Servicios				
Traslado	1	glb	200	200
Total				850.4

- Mejoramiento en la gestión de carguío de planchas

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Supervisor de campo	2	hh	12.5	25.0
Residente	2	hh	15.0	30.0
Capataz obra	2	hh	9.0	18.0
Supervisor de planeamiento	4	hh	9.0	36.0

Supervisor de planeamiento obra	4	hh	7.0	28.0
Supervisor de seguridad	2	hh	10.5	21.0
Supervisor de calidad	2	hh	9.0	18.0
Encargado de despachos	2	hh	4.0	8.0
Materiales				
Impresiones	1	glb		15.0
Equipos				
Proyector	1	glb		15.8
Laptop	1	glb		21.5
Total				236.3

- Plan de contingencia por avería camión grúa.

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Supervisor de campo	2	hh	12.5	25.0
Residente	2	hh	15.0	30.0
Supervisor de planeamiento	4	hh	9.0	36.0
Administrador	4	hh	6.0	24.0
Director de Proyecto	2	hh	30.0	60.0
Encargado de equipos	16	hh	6.0	96.0
Alquiler de camión grúa	7	día	270.0	1890.0
Total				2161.0

- Reinducción en procedimiento de inspección, liberación y recepción de materiales al personal relacionado.

Descripción	Cantidad	Unidad	\$/unidad	Sub total US\$
Mano de Obra				
Jefe de Calidad	10	hh	13.0	130.0
Supervisor de calidad obra	10	hh	9.0	90.0
Supervisor de calidad taller	10	hh	6.0	60.0
Supervisor de mecánico taller	10	hh	7.0	70.0
Supervisor pintura taller	10	hh	6.0	60.0
Encargado de despachos	10	hh	4.0	40.0
Total				450.0