

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**PLAN DE CONTROL, BASADO EN LEAN THINKING, PARA
REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE UN
PROYECTO DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE
ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS
LA PAMPILLA-CALLAO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO MECÁNICO
LUDWIG HOMERO RÍOS PEÑA**

**Callao - 2018
PERÚ**

Dedico el presente esfuerzo a quienes fueron mi soporte durante todo el proceso de titulación, familia y amigos siempre presentes. A ellos, a los alumnos y profesores que se esmeran por hacer de nuestra universidad el mejor centro de estudios, les agradezco por todo lo aprendido, por enseñarme el valor de luchar por algo más grande que uno mismo y demostrar que un profesional no debe buscar solo ser el primero, si no, hacer mejor el lugar en el que vive y se desenvuelve.

ÍNDICE

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS	5
ÍNDICA DE TABLAS	6
RESUMEN.....	7
ABSTRACT	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I.....	11
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.2.1 <i>Problema General</i>	12
1.2.2 <i>Problemas específicos</i>	12
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	13
1.3.1 <i>Objetivo principal</i>	13
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i>	13
1.4 LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
1.4.1 <i>Limitación teórica</i>	14
1.4.2 <i>Delimitación económica</i>	15
1.4.3 <i>Delimitación Temporal</i>	16
1.4.4 <i>Delimitación Espacial</i>	16
1.5 JUSTIFICACIÓN	17
1.5.1 <i>Justificación Teórica</i>	17
1.5.2 <i>Justificación Económica</i>	17
CAPÍTULO II.....	18
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	18
2.1.1 <i>Antecedentes Internacionales</i>	18
2.1.2 <i>Antecedentes Nacionales</i>	22
2.2 BASES TEÓRICAS.....	23
2.2.1 <i>Mantenimiento Industrial</i>	24

2.2.2	<i>Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos</i>	25
2.2.3	<i>Lean Thinking, origen y evolución</i>	30
2.3	MARCO CONCEPTUAL	48
2.3.1	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	48
2.3.2	<i>Normativa Internacional API 650 y API 653</i>	49
2.3.3	<i>Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente</i>	50
2.3.4	<i>Lean Construction</i>	53
2.4	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	67
2.4.1	<i>Fiabilidad</i>	67
2.4.2	<i>Mantenibilidad</i>	67
2.4.3	<i>Feedback</i>	67
2.4.4	<i>Troubleshooting</i>	68
2.4.5	<i>Percepción</i>	68
2.4.6	<i>Expectativa</i>	68
2.4.7	<i>Muda</i>	68
2.4.8	<i>Kaikaku</i>	69
2.4.9	<i>Precios Unitarios</i>	69
2.4.10	<i>Precio venta de la Hora Compleja</i>	69
2.4.11	<i>Espacio confinado</i>	69
2.4.12	<i>Forecast</i>	70
2.4.13	<i>Variabilidad</i>	70
2.4.14	<i>Know How</i>	71
2.4.15	<i>Diagrama de Pareto</i>	71
2.4.16	<i>Diagrama de Ishikawa</i>	71
CAPÍTULO III		73
3.	VARIABLES E HIPÓTESIS	73
3.1	HIPÓTESIS	73
3.1.1	<i>Hipótesis General</i>	73
3.1.2	<i>Hipótesis Específicas</i>	73
3.2	IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES	74
3.2.1	<i>Variable Independiente</i>	74
3.2.2	<i>Variables Dependientes</i>	74
3.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	75
CAPÍTULO IV		76

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	76
4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	76
4.1.1 <i>Parámetros de diseño</i>	77
4.1.2 <i>Etapas de diseño</i>	79
4.1.3 <i>Análisis de costos</i>	83
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	85
4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	86
4.3.1 <i>Técnicas de recolección de datos</i>	86
4.3.2 <i>Instrumentos de recolección de datos</i>	86
4.4 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS	87
4.4.1 <i>Identificación de Valor</i>	87
4.4.2 <i>Recolección de Datos en campo</i>	87
4.4.3 <i>Identificación de actividades que no generan valor</i>	89
4.4.4 <i>Aglomeración de actividades consideradas “wastes”</i>	91
4.4.5 <i>Cuantificar las actividades que no generan valor y medir el impacto en el proyecto</i> 91	
4.4.6 <i>Uso de las herramientas, Last Planner y Look Ahead</i>	95
4.4.7 <i>Medición de resultados y comparativa</i>	100
CAPÍTULO V.....	102
5. RESULTADOS.....	102
5.1 MEJORA PORCENTUAL EN TIEMPO	102
5.2 MEJORA DEL PRECIO DE VENTA DE LA HORA COMPLEJA	102
5.3 MEJORA DE LA UTILIDAD.....	102
6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	103
6.1 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS	103
6.2 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON ESTUDIOS SIMILARES.....	103
6.3 RESPONSABILIDAD ÉTICA	104
CONCLUSIONES	105
RECOMENDACIONES	106
REFERENCIAS	107
ANEXOS	112

MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	113
ANEXO N°1:.....	114
ANEXO N°2: ALCANCE DEL PROYECTO (OTORGADO POR EL CLIENTE)	124
ANEXO N°3: LISTADO DE TANQUES EN LA REFINERÍA LA PAMPILLA	129
ANEXO N°4: CONTROL DE HORAS HOMBRE Y HORAS EQUIPO	131
ANEXO N°5: REPORTE DE CONTROL & SEGUIMIENTO DE TRABAJO (OTORGADO POR EL CLIENTE).....	132
ANEXO N°6: CRONOGRAMA DEL PROYECTO	133
ANEXO N°7: PLAN DE TRABAJO Y LISTA DE PROCEDIMIENTOS	138

ÍNDICE DE FIGURAS Y GRÁFICOS

1. FIGURA N° 2.1. Tanques de almacenamiento de hidrocarburos ubicados en la refinería la pampilla, tanto de techo fijo como techo flotante.....	26
2. FIGURA N° 2.2. Tanques de almacenamiento de techo fijo tipo cónico	28
3. FIGURA N° 2.3. Tanque de almacenamiento de techo fijo tipo domo .	29
4. FIGURA N° 2.4. Pilares del TPS, llamado TPS house o Lean Operation	32
5. FIGURA N° 2.5. Flujo del sistema Last Planner.....	59
6. FIGURA N° 2.6. Secuencia de implementación del VSM	60
7. FIGURA N° 2.7. VSM de un proceso que emplea el sistema push.....	62
8. FIGURA N° 2.8. VSM del proceso Push	63
9. FIGURA N° 2.9. Sistema de planificación	66
10. FIGURA N° 4.10. Diagrama de Ishikawa con los 29 desperdicios identificados en el proyecto.	91
11. GRÁFICO N° 4.11. Diagrama de Pareto de las actividades que no generan valor en el proyecto	93

ÍNDICA DE TABLAS

1. TABLA N° 2.1. Restricciones	58
2. TABLA N° 2.2. Matriz producto - proceso	61
3. TABLA N° 2.3. Programación semanal Lookahead	65
4. TABLA N° 3.1. Detalle de la operacionalización de las variables y sus respectivos objetivos.....	75
5. TABLA N° 4.1. Detalle de presupuesto	84
6. TABLA N° 4.2. Detalle de población de tanques de almacenamiento .	85
7. TABLA N° 4.3. Obtención de HH y HE de todo el proyecto	88
8. TABLA N° 4.4. Identificación de Actividades que no generan valor.....	90
9. TABLA N° 4.5. Datos necesarios del proyecto para realizar el diagrama de Pareto	92
10. TABLA N°4.6. Actividades que no generan valor y sus causas	94
11. TABLA N° 4.7. Plan maestro del proyecto	95
12. TABLA N° 4.8. Programación intermedia semanal (semana 2)	97
13: TABLA N° 4.9. Programación intermedia Semanal (semana 3).....	97
14: TABLA N° 4.10. Programación Intermedia Semanal (semana 4)	98
15: TABLA N° 4.11. Programación Intermedia Semanal	99
16. TABLA 4.12. Acumulado porcentual de actividades que no generan valor	100

Resumen

En la Refinería La Pampilla, los procedimientos establecidos para realizar mantenimiento preventivo de equipos de almacenamiento de hidrocarburos se encuentran a cargo de empresas contratistas, las cuales siguen recomendaciones de las normas API 650 y API 653. Los procedimientos mencionados inciden en la eficiencia con la que se ejecutan las actividades, esto se traduce, en caso de ser positiva, en una reducción en el tiempo de ejecución la cual genera un aumento significativo en la rentabilidad final del proyecto para el ejecutor.

La herramienta elegida para lograr reducir el tiempo de ejecución del proyecto de mantenimiento es la filosofía Lean Thinking. Sus aplicativos, Lean tool kit, Look Ahead, Value Stream Mapping, etc., permiten asociar las actividades que no generan valor en nuestro proyecto con el tipo de desperdicio establecido por la filosofía de modo que se puedan atacar los defectos en la ejecución del proyecto y mejorar su eficiencia.

En la presente investigación, de tipo tecnológica y de nivel aplicado, se planteó un plan o programa de control de proyecto de mantenimiento para reducir el tiempo de desarrollo y ejecución del mismo basándose en las herramientas proporcionadas por el Lean Thinking.

Como resultado a la aplicación del plan de control se obtuvo una reducción de aproximadamente el 22% en el tiempo de ejecución del proyecto de mantenimiento y un aumento considerable en la rentabilidad, expresado en el precio de venta de la hora hombre, lo cual refleja la efectividad de la filosofía aplicada a un proceso de mantenimiento.

Palabras clave: API 650, API 653, Lean Thinking, Lean tool kit, Look Ahead, Value Stream Mapping, Mantenimiento preventivo.

Abstract

At Pampilla Refinery, the procedures established to perform preventive maintenance of hydrocarbon storage equipment are carried out by contractor companies, which follow recommendations of API 650 and API 653. The procedures mentioned affect the efficiency with which the activities are executed, this translates, in case of being positive, into a reduction in the execution time which generates a significant increase in the final profitability of the project for the executor.

The tool chosen to reduce the execution time of the maintenance project is the Lean Thinking philosophy. Its applications, Lean tool kit, Look Ahead, Value Stream Mapping, etc., allow us to associate the activities that do not generate value in our project with the type of waste established by the philosophy so that defects in the execution of the project can be attacked and improve its efficiency.

In the present research, of technological type and of applied level, a plan or program of control of maintenance project was raised to reduce the time of development and execution of the same based on the tools provided by the Lean Thinking.

As a result of the application of the control plan, there was a reduction of approximately 22% in the execution time of the maintenance project and a considerable increase in profitability, expressed in the sale price of the man-hour, which reflects the effectiveness of the philosophy applied to a maintenance process.

Keywords: API 650, API 653, Lean Thinking, Lean tool kit, Look Ahead, Value Stream Mapping, Preventive Maintenance.

INTRODUCCIÓN

El proceso de mantenimiento de equipos estáticos en una refinería es normalmente programado con el fin de evitar paradas de planta que puedan mellar su nivel de producción. Es por ello, que, en coordinación con el área respectiva, el personal encargado del mantenimiento coordina la entrega del equipo a revisar; así mismo, encarga a alguna empresa contratista hacerse cargo del mantenimiento del equipo, en este caso de almacenamiento de hidrocarburos.

El tipo de mantenimiento a dar es de tipo preventivo, los procedimientos de ejecución se basan en el know how y el background de la empresa contratista sin dejar de lado los lineamientos establecidos por las normas API 650 y API 653. Por lo general, los contratos de mantenimiento se dan por precios unitarios, es decir cada actividad tiene un costo fijo. Esto implica que el tiempo y el costo que implica ejecutar el mantenimiento es directamente proporcional a la rentabilidad del proyecto.

El problema principal de los procedimientos de mantenimiento es la falta de control en los costos y tiempos que implican realizarlo, esto se debe a que los programas, planes y estándares están enfocados a disponibilidad de equipos e indicadores de producción que obvian la rentabilidad de quien ejecuta el proyecto de mantenimiento.

El Lean Thinking, basado en el Toyota Production System, ha evolucionado y se ha acoplado a diversas industrias, tales como la de manufactura, producción, mantenimiento y construcción. Se muestra como una filosofía flexible y adaptable a todo tipo de rubros dando resultados en distintos países, Egipto, China, Estados Unidos, etc.

En la década de los 90's la nueva filosofía de producción pasa a ser conocida como Lean Production, enfoque emergente de la corriente principal. Es practicada, al menos parcialmente, por las principales

compañías manufactureras en América y Europa. Desde 1992, Koskela ha informado acerca de la adaptación de los conceptos de producción ajustada en la industria de la construcción y presentó un paradigma de gestión de la producción en el que se conceptualiza de tres formas complementarias, a saber: Transformación, flujo y la teoría de producción de generación de valor (TFV). Esta visión tripartita de la producción ha llevado al nacimiento del término LEAN CONSTRUCTION como una disciplina que engloba la gestión de la construcción contemporánea dominada por la transformación. Gestionar la construcción bajo lean es diferente de la práctica contemporánea típica porque tiene un conjunto claro de objetivos para el proceso de entrega, tiene como objetivo maximizar el rendimiento del cliente a nivel de proyecto, diseña simultáneamente producto y proceso y aplica control de producción a lo largo de la vida del proyecto.

En la presente investigación, se buscó implementar la filosofía LEAN THINKING, incluidas sus herramientas de planificación y control, en la ejecución de un proyecto de mantenimiento de modo que reduzcan los tiempos de ejecución y se controlen mejor los recursos, manteniendo o mejorando la identificación de desperdicios que no generan valor en el proyecto.

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú los programas, procesos y control de mantenimiento se enfocan sobre la disponibilidad de equipos relacionada al requerimiento de planta y el cumplimiento de indicadores de producción; sin embargo, difícilmente un programa de mejora continua se aplica sobre el ejecutor del proyecto. Salvo el PMBOK, que se enfoca estrictamente sobre el control de tiempos de ejecución de cualquier proyecto, ningún otro plan o programa de control permite reducir tiempos de ejecución basándose en la gestión de recursos y trabajos para la eliminación de actividades que no generan valor, la eliminación de ellas permitirá reducir el costo de producción del trabajo o actividad aumentando de esta manera la eficiencia, rentabilidad y el costo de la hora compleja.

En la refinería la PAMPILLA, REPSOL PERÚ, se tienen al menos 106 tanques de almacenamiento incluidos dentro de las líneas de procesos, recepción o almacenamiento de crudo, material refinado o gas. El área dedicada al movimiento de producto dentro de la refinería es la de MODEPRO (MOVIMIENTO DE PRODUCTO) y son quienes solicitan el mantenimiento preventivo o correctivo de los tanques.

Existe la tendencia a la recepción no programada de crudo, hidrocarburos procesados o aditivos lo cual implica la necesidad de tener los tanques disponibles y en perfecto estado para la recepción del producto, por lo general por vía marítima, generando un aumento en la criticidad de requerimiento de tanques.

La disponibilidad de un tanque de almacenamiento se vuelve imprescindible y los responsables directos vienen a ser los ejecutores de mantenimiento, en este caso una empresa contratista.

El problema radica en la falta de un plan de gestión y control de tiempo, recursos y ejecución de actividades para el mantenimiento el cual permita

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

- Es necesario entonces plantear un sistema o algún recurso de control que permita reducir los tiempos improductivos, las actividades que no generan valor y el gasto para la ejecución de las actividades relacionadas al mantenimiento.

1.2.1 Problema General

¿De qué manera un plan de control, basado en Lean Thinking, reduce el tiempo de ejecución de un proyecto de mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos en la refinería la Pampilla – Ventanilla?

1.2.2 Problemas específicos

Así mismo surgen cuestionamientos específicos relacionados a los procesos de mantenimiento y ejecución que permitirán llegar a cumplir y solucionar el problema principal.

- ¿Cómo las actividades que no generan valor en el de proyecto de mantenimiento se pueden aglomerar en los desperdicios establecidos por el LEAN THINKING?

- ¿Cómo se cuantifican las actividades que no generan valor y se determina su carga e impacto a lo largo del proyecto?
- ¿Cómo mejorar la eficiencia en la ejecución del proyecto de mantenimiento?
- ¿Cómo se puede mejorar el precio de venta de la hora compleja mediante la eliminación de actividades que no generan valor para el proyecto de mantenimiento?

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1 Objetivo principal

Aplicar un plan de control de proyectos, basado en el Lean Thinking, para reducir tiempos de ejecución de un proyecto de mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar las actividades que no generan valor en el proyecto de mantenimiento y aglomerarlos en los desperdicios establecidos por el Lean Thinking
- Cuantificar los tiempos muertos y determinar carga e impacto a lo largo del proyecto.
- Mejorar la eficiencia en la ejecución del proyecto de mantenimiento.
- Mejorar el precio de venta de la hora compleja mediante la eliminación de actividades que no generan valor.

1.4 LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Limitación teórica

Las delimitaciones teóricas para la presente tesis son marcadas por la normativa internacional vigente y el pliego de condiciones particulares que establece el contrato con el cliente, en este caso la empresa REPSOL.

1.4.1.1 Limitación Teórica por tipo de actividades a ejecutar

Las actividades ejecutadas durante el mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos están limitadas en cantidad y realización por el alcance del proyecto, ANEXO N°2.

1.4.1.2 Limitación de teórica por normativa

En el caso de la refinería la Pampilla, el mantenimiento de los tanques de almacenamiento de hidrocarburos y las recomendaciones en la que basa la ejecución de un proyecto del mismo tipo son dadas y establecidas por el API 653, SECCIÓN 9: "TANK REPAIR AND ALTERATIONS"

1.4.1.3 Limitación teórica para el control de unidades por actividad ejecutada

Las unidades de medición para cada actividad ejecutada están establecidas estrictamente en el pliego de condiciones particulares entregado a los ganadores del contrato de mantenimiento de tanques, en el cual se especifica la unidad a partir de la cual se realizará el cobro, valorización o seguimiento, ANEXO N°1.

1.4.1.4 Limitación teórica por proceso de construcción

Los procesos de constructivos, el plan de ejecución de un proyecto y los procedimientos son parte del Know how de la empresa ejecutora. Si bien se encuentran enmarcados por la normativa internacional y local (la refinería) tienen que ser previamente revisados por el cliente. En el ANEXO N°7 se encuentra el detalle del plan y la lista de procedimientos pertinentes al proyecto aprobados por el cliente.

1.4.1.5 Limitación teórica por tipo de metodología a aplicar en el control del proyecto de mantenimiento

En lo que respecta a la metodología o filosofía Leank Thinking, se aplicará única y específicamente sobre el proceso de ejecución del proyecto, dado que las herramientas a utilizar son de planificación, programación y control. Por otro lado, se consideró tomar las herramientas de una de sus ramas, el Lean Construction, la cual será debidamente definida en el marco teórico. Además de ello, se limita la aplicación del método al uso estricto de sus herramientas y no de la metodología para aplicarlas, siendo esta dependiente del que realiza la investigación y aplicación.

1.4.2 Delimitación económica

El contrato de Mantenimiento de equipos estáticos, capítulo de Tanques de almacenamiento de hidrocarburos, es trabajado mediante precios unitarios. Es decir, la medición para el pago por parte del cliente se da en base a la unidad establecida en el contrato y cualquier costo o recurso adicional empleado en la actividad está a cargo del contratista.

Cabe recalcar, que para establecer el costo por actividad la empresa contratista realizó un análisis de precios unitarios en el cual se incluyeron todos los gastos y la utilidad necesarios para realizar dicha actividad. Otro dato a considerar es que en la presente investigación no se está considerando calcular la utilidad del proyecto, con lo que los gastos indirectos del proyecto están incluidos en los precios unitarios realizados al presentarse a la licitación.

1.4.3 Delimitación Temporal

El contrato de la empresa entrante es de dos años, comenzó el 2017 y finalizará el 2019, los costos mantendrán la base establecida en el contrato, cambiando únicamente en el inicio de un nuevo año; siendo la variación del factor determinado por el gobierno.

Por otro lado, la investigación fue realizada durante el proceso de ejecución del proyecto de mantenimiento, por lo cual, la aplicación del método es posterior al mismo, siendo de aplicación parcial

1.4.4 Delimitación Espacial

Los datos tomados para la presente investigación fueron trabajados en la REFINERÍA LA PAMPILLA, ubicada en el distrito de Ventanilla, región Callao.

1.5 JUSTIFICACIÓN

1.5.1 Justificación Teórica

Existen muchos métodos de mejora de mantenimiento o ejecución de proyectos; sin embargo, la tendencia generalizada al “ahorro” de recursos reflejada en el marco económico y en la entrega “on time” del proyecto da pie y motivos suficientes para aplicar el método LEAN; que es precisamente eso, una filosofía de “ahorro”, a la ejecución de proyectos de mantenimiento de tanques.

El proceso LEAN ha sido ampliamente aplicado y ejecutado sobre procesos de manufactura, LEAN MANUFACTURING, de construcción, LEAN CONSTRUCTION y a procesos de gestión en general con el LEAN THINKING que en general espera generar ahorro mediante la correcta gestión de recursos y por ende la eliminación de acciones que no generan valor o ganancia a la empresa ejecutora del mantenimiento (contratista).

La aplicación del método LEAN refleja en el cliente un mayor compromiso y calidad de servicio por parte de la contratista. Así mismo, un ahorro económico refleja sobre el ejecutor, personal obrero, una utilidad y con ello una satisfacción de haber ejecutado adecuadamente un trabajo y ser debidamente compensado por ello.

1.5.2 Justificación Económica

Es necesario aclarar que establecidas las delimitaciones teóricas, económicas, temporales y espaciales se intuye que existe una relación directamente proporcional entre los tiempos y costos de ejecución de obra por parte del contratista (ejecutor de obra).

Por tanto, es necesario reducir los tiempos de ejecución, a cargo de los supervisores de campo y planificadores, para aumentar la rentabilidad de la obra.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

2.1.1 Antecedentes Internacionales

En Estados Unidos se viene implementando la filosofía LEAN en los ámbitos de producción, Lean Manufacturing, y construcción, Lean Construction. Así mismo, es diversas universidades del mundo se está intentando implementar esta filosofía, a nivel producción, manufactura o construcción, dándose a conocer mediante diversas publicaciones o investigaciones en países como Egipto, Australia, China en donde la construcción es una rama más de las ingenierías.

**2.1.1.1 *Publicación del Jornal PRODUCTION & MANUFACTURING*
Sherif Mostafa, Sang-Heon Lee, Jantanee Dumrak, Nicholas
Chileshe & Hassan Soltan, 2015. “Lean Thinking for a
*maintenance process”.***

“El proceso de mantenimiento comparte costos operativos significativos en una organización. El pensamiento Lean se puede incorporar a las actividades de mantenimiento mediante la aplicación de sus principios y prácticas / herramientas. El mantenimiento reducido (LM) es un requisito previo para los sistemas de fabricación ajustada. Esta investigación propone una nueva estructura para el proceso LM basada en una revisión sistemática de la literatura de un número significativo de artículos relacionados que se publicaron en LM. La estructura del proceso está diseñada en base a los cinco principios básicos para guiar y apoyar a las organizaciones a buscar la excelencia en el mantenimiento. Este estudio establece un esquema para herramientas LM que están estructuradas en 2

paquetes de nivel 4 y 26 prácticas / herramientas lean y desarrolla una House of Waste (HoW) para demostrar la asociación entre los desechos de mantenimiento y las herramientas LM. Con el logro exitoso del esquema propuesto, el desempeño de un departamento de mantenimiento puede crear más oportunidades de mejora a lo largo del tiempo para alcanzar el estado de excelencia de mantenimiento” (Lean Thinking For Maintenance Process, 2015) (Mostafa, y otros, 2015)

2.1.1.2 Publicación del Jornal ALEXANDRÍA ENGINEERING JOURNAL, FAYEK AZIZ Remon, MOHAMED HAFEZ Sherif, 2013. “Applying Lean Thinking in Construction and performance improvement”

“La productividad de la industria de la construcción en todo el mundo ha disminuido en los últimos 40 años. Un enfoque para mejorar la situación es usar construcción magra. La construcción ajustada resulta de la aplicación de la nueva forma de gestión de producción para la construcción. Las características esenciales de la construcción Lean incluyen un conjunto claro de objetivos para el proceso de entrega, un modelo para maximizar el rendimiento del cliente a nivel del proyecto, diseño concurrente, construcción y la aplicación del control del proyecto a lo largo del ciclo de vida del proyecto, diseño concurrente, la construcción, y el creciente número de académicos y profesionales de la construcción han estado asaltando las murallas de la gestión de la construcción convencional en un esfuerzo por ofrecer un mejor valor a los propietarios mientras obtienen beneficios reales.

Como resultado, han surgido herramientas basadas en Lean que se han aplicado con éxito al proyecto de construcción simple y complejo. En general, los proyectos de construcción ajustada son fáciles de administrar, más seguros, se completan antes, cuestan menos y son de mejor calidad.

Sigue habiendo una investigación significativa para completar la transición de los procesos de construcción al pensamiento LEAN en Egipto. Esta investigación discutirá los principios, los métodos y las fases de implementación de la construcción Lean que muestra los desechos en la construcción y cómo podría minimizarse. La técnica del Last Planner, que es una aplicación importante de los conceptos y metodologías de construcción esbelta y es más prevalente, demuestra que podría mejorar los conceptos y metodologías de construcción y es más prevalente, demostró que podría mejorar la gestión de la construcción en diversos aspectos. Además, está diseñado para desarrollar una metodología para la evaluación de procesos y definir áreas de mejora basadas en principios de enfoque lean.” (FAYEK AZIZ, y otros, 2013)

2.1.1.3 *Publicación del Jornal ALEXANDRÍA ENGINEERING JOURNAL. HAMED ISA Usama, 2013. “Implementation of Lean Construction techniques for Minimizing the risk effect on Project construction time”*

“Los proyectos de construcción involucran varios factores de riesgo que generan impactos diversos en la entrega de los mismos. Este estudio sugiere y aplica una nueva técnica para minimizar el efecto de los factores de riesgo relacionados al tiempo utilizando los principios de Lean CONSTRUCTION. La LEAN CONSTRUCTION se implementa en este estudio utilizando el último sistema de planificación a través de la ejecución de un proyecto industrial en Egipto. La evaluación del efecto del uso de la nueva herramienta se describe en términos de dos mediciones: Porcentaje de sobrepasado esperado (PET) y Plan porcentual completado (PPC). Se identifican y evalúan los factores de riesgo más importantes, mientras que el PET se cuantifica en la estrella del proyecto y durante la ejecución del tiempo del proyecto utilizando un modelo para la cuantificación del tiempo de desbordamiento. Los resultados mostraron que el tiempo total del

proyecto se reduce en un 15.57% debido a la disminución de los valores de PET, mientras que los valores de PPC mejoraron. Esto se debe a minimizar y mitigar el efecto de la mayoría de los factores de riesgo en este proyecto debido a la implementación de técnicas de construcción ajustada. Los resultados demostraron que el modelo de cuantificación es adecuado para evaluar el efecto del uso de técnicas LEAN CONSTRUCTION.

Además, los resultados arrojaron que el valor promedio de los factores debidos a PET debido a LEAN TECHNIQUES representa el 67% de los valores de PET debido a todos los factores de riesgo minimizados.” (HAMED ISSA, 2013)

2.1.1.4 *Publicación del Jornal SCIENCE DIRECT, LIANYING ZHANG, Xi Chen, 2016. “Roles of Lean tools un supporting Knowledge creation and performance in Lean Construction”*

La implementación de Lean Construction se basa en gran medida en el aprendizaje organizacional y la creación de conocimiento, que a su vez es promovido por las técnicas Lean. Sin embargo, hay pocos estudios en gestión del conocimiento LEAN. Este documento trata de llenar el vacío y establece un vínculo entre las técnicas de construcción LEAN y la gestión del conocimiento a través del modo SECI (socialización, externalización, combinación, internalización). Por lo tanto, se propone y sugiere un conjunto de técnicas lean para apoyar el proceso de creación de conocimiento. Luego, los autores demuestran específicamente cómo estas técnicas encajan en el proceso. Se realizó una encuesta de cuestionario para atestiguar los supuestos después. Los resultados muestran que las herramientas Lean tienen un efecto positivo en la creación de conocimiento y, finalmente, promueven el rendimiento Lean. Esta investigación puede ayudar a comprender cómo las técnicas Lean juegan un rol en la creación de conocimiento, lo que definitivamente impulsará la gestión del conocimiento de la construcción Lean. (ZHANG, y otros, 2016)

2.1.2 Antecedentes Nacionales

En Perú, la aplicación del pensamiento LEAN ha sido propuesta en tesis de investigación y aplicativas para el rubro CIVIL, no siendo lo suficientemente profundas como para determinar o realizar una comparativa en la cual se puedan reflejar los resultados.

Como antecedente tenemos investigaciones realizadas en Perú en universidades como la RICARDO PALMA y la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, así como EMPRESAS dedicadas al rubro civil, en este caso, EDIFICA

2.1.2.1 Tesis de tipo investigativa en la PUCP Abner Guzmán Tejada, 2014. “Aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos”. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú”

En la tesis mencionada se realiza un estudio genérico del presente de la construcción en el país, dando a entender que la falta de planificación o control de una obra puede traducirse en la generación de actividades que no dan ingresos a la empresa. (GUZMÁN TEJADA, 2014)

2.1.2.2 Tesis tipo aplicativa en la UNIVERSIDAD RICARDO PALMA, GÓMEZ SANCHEZ SERRANO, Juan Pablo; 2015. “Aplicación de Metodología LEAN CONSTRUCTION para la ejecución de un proyecto de vivienda. Caso práctico EDIFICIO MURTUA III”

“La filosofía LEAN CONSTRUCTION se inició en la década de 1990 basado en la adaptación de las teorías de producción de las grandes fábricas (Lean

Production) a la industria de la construcción. Sin embargo, su difusión y aplicación en el Perú es aún incipiente, está limitada a un grupo menor de empresas que apuestan por su aplicación, generando mejoras y reducciones en costos y tiempo. El presente trabajo se centra en la aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION como método de planificación, ejecución y control de un proyecto de construcción desarrollado en la ciudad de Lima. A lo largo del presente trabajo se describen los principales conceptos y herramientas de la filosofía lean para poder generar una base teórica sólida que respalde la aplicación de herramientas y el análisis de resultados en los proyectos. Además, se analiza y describe de forma detallada como se aplican las herramientas más importantes de esta filosofía (Last Planner System, Sectorización, lookahead, etc.) con la finalidad de difundir la metodología de aplicación de cada herramienta y servir de guía para profesionales o empresas que busquen implementar LEAN CONSTRUCTION en sus proyectos. Por otro lado, se analizan las etapas del proyecto de mayor incidencia y se demuestra de manera concluyente los buenos resultados que brinda esta filosofía, buscando de esta forma alentar a que sea adoptada por más empresas del sector construcción y puedan romper el paradigma de que su aplicación genera sobre costos. Finalmente se analiza el desarrollo y performance del proyecto para poder sacar conclusiones y propuestas de mejora que puedan ser aplicadas por la empresa, y otras empresas, en la ejecución de sus próximos proyectos aplicando la metodología de mejora continua.” (GOMEZ SANCHEZ, y otros, 2015)

2.2 BASES TEÓRICAS

La presente investigación está enfocada en el mantenimiento preventivo de un equipo estático (tanques de almacenamiento de hidrocarburos), el cual sigue lineamientos de las normas API 650 y el API 653; así mismo, dado que los procesos de ejecución de las actividades del mantenimiento están

a cargo de una empresa contratista, se puede incidir en ellos para tener una entrega “on time” del equipo de modo que no afecte los índices o necesidades de producción de la planta.

Es importante acotar que los procesos de ejecución del proyecto de mantenimiento son asumidos por la empresa contratista como un proyecto de construcción. Es por ello que la filosofía Lean Thinking, herramienta aplicada en la presente investigación, será desarrollada y direccionada a procesos constructivos, en este caso el Lean Construction y sus herramientas.

2.2.1 Mantenimiento Industrial

Según Santiago García Garrido, el mantenimiento es el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible (buscando la más alta disponibilidad) y con el máximo rendimiento.

A lo largo del proceso industrial vivido desde finales del siglo XIX, la función mantenimiento ha pasado diferentes etapas. En los inicios de la revolución industrial, los propios operarios se encargaban de las reparaciones de los equipos. Cuando las máquinas se fueron haciendo más complejas y la dedicación a tareas de reparación aumentaba, empezaron a crearse los primeros departamentos de mantenimiento, con una actividad diferenciada de los operarios de producción. Las tareas en estas dos épocas eran básicamente correctivas, dedicando todo su esfuerzo a solucionar las fallas que se producían en los equipos. (GARCÍA GARRIDO, 2003)

A partir de la Primera Guerra Mundial, y, sobre todo, de la Segunda, aparece el concepto de fiabilidad, y los departamentos de mantenimiento buscan no sólo solucionar las fallas que se producen en los equipos, sino,

sobre todo, prevenirlas, actuar para que no se produzcan. Esto supone crear una nueva figura en los departamentos de mantenimiento: personal cuya función es estudiar qué tareas de mantenimiento deben realizarse para evitar las fallas. El personal indirecto, que no está involucrado en directamente en la realización de las tareas, aumenta, y con él los costes de mantenimiento. Pero se busca aumentar y finalizar la producción, evitar las pérdidas por averías y sus costes asociados. Aparece el Mantenimiento Preventivo, el Mantenimiento Predictivo, el Mantenimiento Proactivo, la Gestión de Mantenimiento Asistida por Ordenador, y el Mantenimiento Basado en Fiabilidad (RCM).

Para que el nivel de producción de una planta sea el adecuado, es necesario contar con los equipos en condiciones óptimas, es por ello que la Refinería, mediante su área de mantenimiento, planifica anticipadamente el mantenimiento preventivo de los equipos y su entrega anticipada de modo que no afecte la producción ni el movimiento de producto.

2.2.2 Tanques de Almacenamiento de Hidrocarburos

Los tanques de almacenamiento son recipientes metálicos instalados al interior de la refinería y tienen por objetivo almacenar un producto crudo, refinado, reprocesado o residual y mantenerlo en condiciones ideales para su traslado al interior de planta o al exterior de la refinería.

Los tipos de tanques están categorizados en relación a su morfología y diseño, los cuales dependen del fluido a almacenar y las condiciones externas.

1. FIGURA N° 2.1. Tanques de almacenamiento de hidrocarburos ubicados en la refinería la pampilla, tanto de techo fijo como techo flotante.



FUENTE: Material de estudio "Tanques de almacenamiento parte III", empresa AVERG Training and Engineering.

2.2.2.1 Tanques atmosféricos de techo fijo

Los tanques de almacenamiento con techo fijos se emplean para almacenar productos no volátiles o de bajo contenido de productos livianos (no inflamables) como son el agua, diésel, asfalto, petróleo crudo, etc.

Los techos fijos pueden adoptar distintas configuraciones en función de numerosos aspectos. Las configuraciones permitidas por el código API 650 para techos fijos son:

- Techos cónicos: cubierta con la forma y superficie de un cono recto
- Techos tipo domo: sección de un cabezal esférico
- Techos tipo sombrilla: polígono regular curvado por el eje vertical

Independientemente de la forma del techo, estos se apoyan sobre la pared del tanque y son soportados de distintas formas. La forma en la que los

techos se soportan se clasifica en:

- Techos auto-soportados: las chapas del techo se apoyan sobre la pared del tanque.
- Techos soportados: las chapas del techo descansan sobre una estructura o marco, que a su vez se apoya sobre la pared del tanque. Dependiendo del peso del conjunto, los techos soportados pueden diseñarse con o sin columnas internas.

Definir la configuración y tipo de soporte para el techo de un tanque de almacenamiento es una tarea que requiere un profundo conocimiento del proceso y de las cargas que debe soportar el tanque. Esta tarea debe ser desarrollada en forma conjunta por el departamento de procesos y el departamento mecánico. A modo de referencia, se incluyen algunas prácticas habituales para seleccionar el tipo de suportación utilizada en distintos proyectos:

- Para tanques de diámetro $\leq 16\text{m}$ los techos pueden ser auto-soportados.
- Para tanques de diámetro entre $16\text{m} < D < 22\text{m}$ los techos deben diseñarse con estructura o marco.
- Para tanque con diámetros $> 22\text{m}$ los techos se apoyan en estructuras soportadas por columnas internas.

Las chapas del techo deben unirse al ángulo superior del tanque (perfil de coronamiento), con un cordón de soldadura continuo sólo por la parte superior. En los apartados siguientes se describirán las configuraciones de techos fijos aceptadas por el código API 650. No obstante, las reglas mencionadas no cubren todos los detalles de diseño y construcción de este tipo de techos. Con la aprobación del cliente, el diseño de techos fijos puede variar respecto a lo indicado en el código, siempre y cuando se garantice

que los diseños propuestos presentan la misma o incluso mayor seguridad que los diseños del código.

Los techos fijos pueden adoptar distintas configuraciones según las dimensiones del tanque, el fluido a almacenar, el material del tanque y el método de fabricación entre otras cosas. A continuación, se describen las dos configuraciones admitidas por el código API 650, cabe destacar que si bien existen dos tipos se admiten los techos autosoportados, de tipo cónico y domo. Por otro lado, el apéndice 5.10.2.8. “*Alternate designs*” confirma que la norma no cubre todos los detalles de diseño y construcción del techo del tanque, en caso algún cliente solicite un tipo diferente no será necesario cumplir con el resto de apéndices.

Techos cónicos

Los techos cónicos se caracterizan por su fácil construcción. La configuración de este tipo de techos es una cubierta con la forma y superficie de un cono recto. El ángulo de inclinación de techos cónicos con respecto a la horizontal está comprendido entre 9,5 y 37°.

2. FIGURA N° 2.2. Tanques de almacenamiento de techo fijo tipo cónico



FUENTE: Material de estudio “Tanques de almacenamiento parte III”,
empresa AVERG Training and Engineering.

Techos tipo domo

Los techos tipo domo son menos usados que los casos anteriores debido a que tienen un proceso de fabricación laborioso, ya que cada chapa y segmento tienen que conformarse con el radio de curvatura, incrementado de esta manera su costo y complejidad.

Por su parte, de acuerdo al punto 5.10.6.1 (API 650), el radio de curvatura de techos tipo domo debe estar comprendido entre 0,8 y 1,2 veces del diámetro nominal del tanque.

3. FIGURA N° 2.3. Tanque de almacenamiento de techo fijo tipo domo



FUENTE: Material de estudio “Tanques de almacenamiento parte III”,
empresa AVERG Training and Engineering.

2.2.2.2 Tanque atmosférico de techo flotante

Estos tanques reducen las pérdidas por llenado y vaciado, lo cual se logra eliminando o manteniendo constante el espacio destinado a vapores, arriba del nivel del líquido. La pared y el techo están contruidos de acero y es semejante a los tanques ya mencionados. En estos tanques el techo flota sobre el líquido eliminándose el espacio para los vapores, los tanques de pontones anulares y el techo de doble capa, son algunas variantes de este tipo de tanques. El sello entre la pared y el techo móvil se logra por medio de zapatas que están presionadas contra la pared por medio de resortes o contrapesos con una membrana flexible atada entre la zapata y la cubierta del techo, cabe destacar que existen otros tipos de tanques de techo flotante, pero son menos empleados en esta gran industria.

El diseño del techo del tanque implica otras construcciones interiores como por ejemplo: soporte de techo, brazo rotulado de aspiración flotante, sello primario y secundario, etc,. Estas implicancias tienen como objetivo general mantener la impermeabilización del tanque y evitar la contaminación del fluido en su interior.

2.2.3 Lean Thinking, origen y evolución

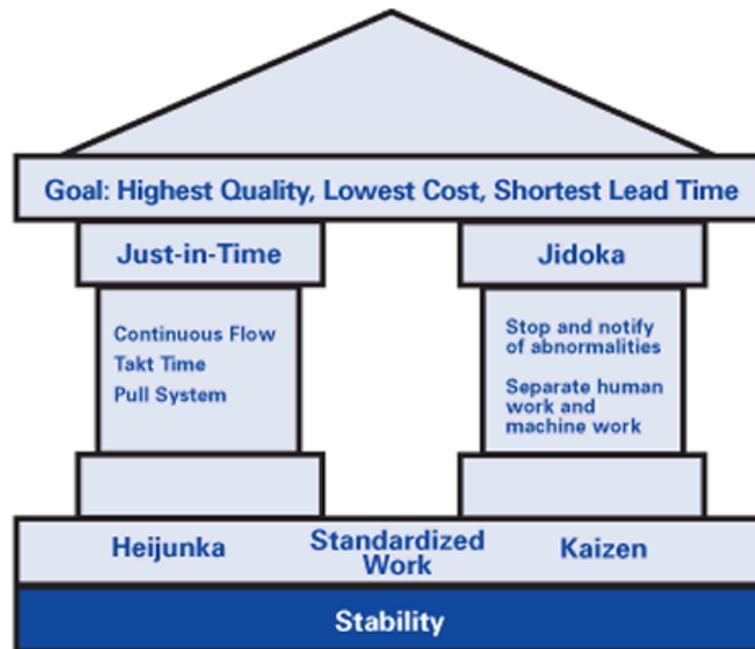
El Lean Thinking es definido por muchos expertos como una filosofía de mejora continua enfocada en la eliminación de desperdicios y creación de valor para el cliente, es de origen japonés y está basada en el Lean Operation del Toyota Productive System.

2.2.3.1 Sistema de producción Toyota y origen del Lean Operation

El Toyota Productive System surge en Japón en la década de los 50's, tuvo como finalidad identificar y reducir actividades que no generan valor al producto durante los procesos de manufactura, esto se logró mediante la educación e involucramiento de la fuerza laboral en la elaboración y entrega del producto al cliente. Los logros inmediatos fueron la gran calidad del producto, el bajo costo de producción y el menor tiempo de entrega. Ésta filosofía se basó en una serie de pilares establecidos por el TPS (Toyota productive System)

Si bien el TPS tiene objetivos claros, es importante acotar que la calidad es uno de sus pilares más importantes, de hecho, parte de ésta filosofía fue acompañada y creada a la par con el Total Quality Manegement (TQM) y su influencia está ligada directamente a la producción. Es Deming (creador de la propuesta de mejora continua con el círculo de Deming, plan, do, check and act) quien, a partir de las prácticas promovidas en materia de control de calidad, siembra la idea en todos los procesos de organización y descubre la relación entre la calidad y la producción, un producto mal hecho, es un producto devuelto, un reproceso que en conjunto involucra actividades que no generan valor para la empresa.

4. FIGURA N° 2.4. Pilares del TPS, llamado TPS house o Lean Operation



FUENTE: <https://www.lean.org/lexicon/toyota-production-system>

Es pues la ejemplificación de los pilares que sirven para desarrollar la metodología de producción de Toyota la denominada Lean Operation, es decir la manera en la cual el TPS comenzaría a funcionar desde ese momento.

2.2.3.2 Pilares del Lean Operation

Los pilares del TPS están basados en lograr gran calidad de producto y bajos costos de producción en menor tiempo. Estos primeros objetivos, se apoyan sobre las columnas del "Just-in time" y el "Jidoka"

Just-in time

El "Just-in time" tiene una traducción de literal de justo a tiempo, y está relacionada con una política de mantenimiento de inventarios al mínimo nivel posible donde los proveedores entreguen lo necesario en el momento justo de modo que el proceso productivo no se retrase.

Este sistema es eficiente para producir las cantidades necesarias en los momentos claves. Todo ello tiene un impacto importante en la distribución, ya que permite la entrega oportuna y constante de los bienes distribuidos de acuerdo con las necesidades de los clientes. Así, "se garantiza la variedad y las cantidades óptimas y pertinentes de los productos", afirma Jorge Baraybar en una entrevista concedida a la universidad ESAN.

El TPS cambia la manera normal de producción, Push system, con la finalidad de evitar gastos innecesarios y entregables no solicitados por el cliente. El nuevo sistema manejado por Toyota fue el Pull System, caracterizado por producir cuando el cliente lo solicita, para ello es necesario manejar una producción sincronizada manteniendo un flujo continuo (continuous flow) y una cadencia tal que no se pierda tiempo entre la demanda de uno u otro cliente (takt time).

El takt time, según afirma el Ing. Víctor Yepes en su blog, se define como la cadencia por la cual un producto debería ser fabricado para satisfacer la demanda del cliente, así mismo, afirma que, si nuestro ritmo de trabajo está por debajo del requerido, entonces deberemos gastar más recursos, realizar horas extraordinarias, incluso aumentar los turnos para alcanzar la producción requerida. Ello, evidentemente, redundará negativamente en el balance económico y en la calidad de la obra. Por el contrario, si el ritmo es superior al demandado, entonces incurriremos en tiempos de espera, deberemos cambiar de tajo de trabajo, tendremos más producción de la requerida. En obra esta situación no suele ser habitual, pero también es pernicioso.

Jidoka

Es una metodología de origen japonés que significa: Autonomización de los defectos o Automatización con enfoque humano. Vale la pena considerar que el término Jidoka no debe confundirse con Automatización industrial, y que, en su lugar define un sistema de control autónomo.

Jidoka es una metodología ideada por el inventor japonés Sakichi Toyoda, quien creó un dispositivo capaz de detener un telar en el momento justo en el que se rompía uno de sus hilos, esto permitía al operador parar el proceso de producción y dar aviso a otros operarios de modo que puedan resolver la falla en conjunto y no se traslade el error al resto de los entregables.

Desde el punto de vista de Lean Operation, el objetivo principal de Jidoka es el de dotar a los procesos de mecanismos de autocontrol de calidad, de tal manera que, ante una eventual situación anormal, el proceso se detenga de manera automática o manual, logrando reducir el número de unidades defectuosas que avanzan en el proceso. Así entonces, Jidoka es una metodología que bien puede recoger herramientas Poka Yoke y Andon como elementos de apoyo para alcanzar sus objetivos.

A partir de la implementación de Jidoka, operación e inspección son procesos simultáneos, en los cuáles máquinas y operarios se constituyen en inspectores de calidad; cambiando el paradigma de inspeccionar para detectar defectos a inspeccionar para prevenir defectos.

Si bien es cierto que Jidoka ha evolucionado hasta llegar a ser una herramienta sistemática, la efectividad del control dependerá en gran medida del grado de creatividad que se aplique al proceso para lograr evitar que las piezas defectuosas avancen.

Jidoka se basa en dos sistemas de detección:

- Máquinas automatizadas: Máquinas que cuentan con dispositivos de detección automáticos para prevenir la producción de unidades defectuosas.
- Capacidad del operador de parar la producción: En este caso el mecanismo que detiene y previene la producción de unidades defectuosas puede accionarse por el operario.

En ambos casos es importante el rol que juega Andon, dado que, al detenerse la operación, todo el proceso debe alertarse, usualmente mediante una señal lumínica visual; es decir, un sistema de luces que permite la comunicación entre todos los involucrados en el proceso.

Es importante acotar que en la práctica, al utilizar la metodología Jidoka se han logrado implementar mecanismos que permiten detectar no solo problemas de calidad, sino problemas de flujo del proceso; de manera que este sistema, asociado a la capacidad que tiene el operador de detener la producción, puede identificar anomalías de balance.

Un evento Jidoka consta de los siguientes pasos:

- Localización de la anomalía: Es el momento en el que un dispositivo automático o el operario identifican la anomalía en la operación.
- Detención de la operación: Es el momento en el que la operación es detenida por un dispositivo automático o por capacidad del operario, con el objetivo de evitar que se produzcan unidades defectuosas.
- Emisión de la alerta: Un dispositivo automático o el operario deben alertar a toda la línea de producción acerca de la anomalía presentada; en el caso de que se haya logrado automatizar esta operación, el operador debe alertarse mediante la señal automática.
- Acciones sintomáticas, soluciones rápidas: Se deben implementar soluciones que ataquen el efecto percibido, mitiguen el impacto de la anomalía y que brinden continuidad a la operación.

- Evento Kaizen para detectar y corregir la causa raíz: Cada anomalía detectada (incluso si sus síntomas son corregidos rápidamente) debe iniciar un evento Kaizen para la solución del problema y eliminación de las causas raíces; para ello se recomienda utilizar el método de ruta de calidad, es decir un proceso

Heijunka

Heijunka significa nivelación de la producción, y consiste en el medio utilizado para adaptar el flujo de producción al comportamiento de la demanda. Así entonces, se mitigará el impacto causado por las fluctuaciones de la demanda y sus efectos en los inventarios del sistema.

Ahora bien, vale la pena considerar y aclarar que la nivelación deberá buscarse en el flujo de producción, es decir, el ritmo, NO en la capacidad de producción, ya que operando al máximo de la capacidad y sin órdenes de pedido en pie (no de previsión), se incurre en sobreproducción con sus consecuentes efectos: excesos de inventario de producto en proceso, excesos de inventario de producto terminado, y costos de oportunidad o lucro cesante, es decir capital de trabajo, mientras no se está facturando a la misma tasa.

Otra consideración sumamente importante consiste en el hecho de que Heijunka es aplicable en entornos específicos, es decir, requiere de particularidades de proceso, producto y medios. Por ejemplo: la apuesta por conocer la demanda en tiempo real y flexibilizar la cadena para responder a sus necesidades es una apuesta compleja. Sin embargo, al igual que la mayoría de las prácticas logísticas de vanguardia, gran número de casos de éxito se fundamentan en la aplicación de un sistema de flujo basado en el *pull*; pero esto requiere de disponibilidad de medios ágiles de información y logística.

Respecto a las particularidades del producto, Heijunka es aplicable a procesos con referencias variadas, es decir, que exista flexibilidad de unidades. En cuanto al proceso, requiere de un cumplimiento estricto de los principios de estandarización y balance de la producción.

Standardized Work

El trabajo estandarizado es una de las herramientas lean más poderosas, pero menos utilizadas. Al documentar las mejores prácticas actuales, el trabajo estandarizado constituye la línea de base para kaizen o la mejora continua. A medida que se mejora el estándar, el nuevo estándar se convierte en la base de referencia para nuevas mejoras, y así sucesivamente. Mejorar el trabajo estandarizado es un proceso interminable.

Básicamente, el trabajo estandarizado consta de tres elementos:

- Tiempo de espera, que es la velocidad a la que se deben fabricar los productos en un proceso para satisfacer la demanda de los clientes.
- La secuencia de trabajo precisa en la que un operador realiza tareas dentro del tiempo de ejecución.
- El inventario estándar, incluidas las unidades en las máquinas, es necesario para que el proceso funcione sin problemas.

Establecer un trabajo estandarizado se basa en la recopilación y el registro de datos en algunos formularios. Estos formularios son utilizados por los ingenieros y los supervisores de primera línea para diseñar el proceso y por los operadores para realizar mejoras en sus propios trabajos. En este taller, aprenderá cómo usar estos formularios y por qué será difícil hacer que sus implementaciones magras se "peguen" sin un trabajo estandarizado.

Kaizen

El método Kaizen es producto de un conjunto de esfuerzos por impulsar la industria japonesa después de la segunda guerra mundial. Fueron las teorías del estadista Edwards Deming, el experto en calidad Joseph Juran y el aporte del empresario Kaoru Ishikawa las piedras angulares del ahora mundialmente conocido método Kaizen, utilizado en empresas japonesas y transformándolas en sinónimo de desarrollo tecnológico y calidad.

Kaizen proviene de dos vocablos. “Kai”, que significa cambio; y “Zen”, que es bondad. Si trasladamos este significado a la vida, se podría traducir como “el instinto que tiene toda persona por mejorar”. Y, si se aplica a la industria, sería “el mejoramiento progresivo de todas las áreas: alta dirección, gerentes y trabajadores”. (El Comercio, Zona ejecutiva 2018)

El método Kaizen basa su aplicación en las llamadas “5s”:

- Seire (Organización): Cada cosa en su lugar y un lugar para cada cosa. Es decir, mientras que todo esté en orden, serán más fácil trabajar y ser productivos.
- Seiton (Reducir búsquedas): Facilitar el movimiento de las cosas, servicios y personas. Este principio se basa en que mientras menos pasos haya para hacer algo es mejor.
- Seiso (Limpieza): Cuando todo está limpio se simplifican los procedimientos. El área de trabajo debe ser impecable, sin importar si es una oficina o una fábrica de montaje.
- Soiketsu (Estandarización y simplificación de procesos): Conservar todo en orden, estableciendo patrones tanto para las personas como para los procedimientos.
- Shitsuke (Disciplina y buenos hábitos de trabajo): Respeto a las reglas y a las personas, buscando lo mejor en todos. Eso significa tratar bien y capacitar siempre al trabajador.

La aplicación de esta filosofía en los países asiáticos ha permitido el desarrollo de este continente, les ha permitido enfrentar escenarios de crisis, de desastres naturales y guerras. Actualmente, el Kaizen es una metodología que forma parte de su cultura; sin embargo, en los países latinoamericanos, como aquellos en vías de desarrollo, aplicar esta filosofía en las empresas y en las sociedades aún representa un reto. Esto debido a que, mientras que la cultura asiática, y la japonesa en particular, se caracteriza por ser metódica y organizada, la idiosincrasia en la región es caótica. Bajo esa perspectiva, desde 1959, The Association for Overseas Technical Cooperation & Sustainable Partnerships (AOTS), promueve la cooperación técnica en otros países del mundo, a través de becas para programas de capacitación en Japón dirigidos a gerentes e ingenieros.

Las oficinas principales de AOTS se ubican en Tokio, con centros de entrenamiento tanto en Tokio como en Osaka y Aichi. Sus actividades son financiadas por subsidios del gobierno japonés, así como por el aporte de organizaciones sin fines de lucro y empresas privadas. Esta organización posee una red de 74 asociaciones en 43 países.

En el caso del Perú, AOTS opera desde 1966. Si bien durante los primeros años solo se becaban a entre tres o cuatro ingenieros peruanos de origen asiático, pronto se becarían a más de 10 profesionales cada año, sumando hasta este año 2016 más de 1.300 empresarios e ingenieros. Por otro lado, desde el año 2014, entregan el Premio “5S”, para aquellas organizaciones que han internalizado el método Kaizen. Destacan entre las empresas reconocidas Aceros Arequipa, Maquinarias, Copeinca, entre otras.

Gracias a la metodología Kaizen, que se empezó a aplicar en las fábricas automotrices de Toyota Motor Corporation en los años sesenta, se originó el concepto de Lean Operation, un sistema de producción basado en su proceso de fabricación, y divulgado a nivel internacional gracias a las investigaciones realizadas por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) sobre el caso Toyota. Para Kiichiro Toyoda, hijo del fundador de

Toyota Motor Corporation, como no podían competir con el proceso de producción de las empresas de Estados Unidos, que producía automóviles a gran escala, había que desarrollar un modelo propio, basado principalmente en el ahorro de costos. Para Toyota, el fundamento del nuevo sistema era producir lo que se necesita en las cantidades que se necesitan, en el tiempo que se necesita”, es decir, calidad a menor costo.

2.2.3.3 Surgimiento de la filosofía LEAN THINKING

Los expertos en el mundo de management, James P. Womack y Daniel t. Jones, definen Lean Thinking, en su libro “Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation”, como una filosofía que permite lograr la satisfacción del cliente con una inversión óptima de esfuerzo humano, cantidad de equipos, espacio y tiempos de ejecución de parte de quien da un servicio. Como consecuencia de su aplicación es posible proporcionar un feedback inmediato sobre los esfuerzos para convertir desperdicios en valor para la empresa; por otro lado, se tiene un aumento de plaza laboral contrario a lo que suponen otros métodos de control.

En relación a lo explicado anteriormente se puede medir el porcentaje de efectividad del método en base a la diferencia entre el máximo valor entregado para un proyecto y el mínimo de desperdicios restante al final del mismo, con la ecuación 2.2.2.1.

$$\textit{Lean Thinking} = \textit{Max. valor} - \textit{Min. desperdicio} \quad (2.2.2.1.)$$

Por otro lado, es importante mencionar que el máximo valor obtenido está relacionado a la satisfacción del cliente. Según Philip Kotler, padre del marketing moderno, la satisfacción es el nivel de estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto

o servicio con sus expectativas, de esta conclusión podemos cuantificar los resultados mediante la siguiente ecuación 2.2.2.2.

$$\text{Satisfacción} = \text{Percepción} - \text{Expectativa} \quad (2.2.2.2.)$$

2.2.3.4 Principios del Lean Thinking

Valor específico

El punto de partida sobre el cual se desarrolla el Lean Thinking es el valor. El valor solo puede ser definido por el cliente final. Y solo tiene sentido cuando se expresa en términos de un producto específico (un bien o un servicio, y con frecuencia ambos a la vez) que satisfaga las necesidades del cliente a un precio específico en un momento específico.

Durante su investigación, James Womack, descubrió la mentalidad, a nivel producción, de diversas industrias posicionadas en países de primer mundo, Estados Unidos, Alemania y Japón. En Estados Unidos, Womack manifiesta que por encima de las realidades cotidianas sobre las cuales se pueda recoger información certera acerca del algún desperdicio o sobre la alguna propuesta de crear valor para el cliente se han sobrepuesto las necesidades inmediatas de accionistas y la mentalidad financiera. En el caso de Alemania, Womack encontró una situación opuesta, los alemanes estaban centrados en producir entregables complejos, diseñados con refinamiento y complejidad más allá del interés del consumidor, en caso el servicio o producto no fuera bien recibido se concluía que el cliente no era lo suficientemente sofisticado para él. Finalmente, en Japón se comenzó con el proceso de definir el valor a partir de la construcción del mismo en casa, si bien la calidad del producto ofrecido no es discutible, cada cliente está familiarizado con su entorno y por ende con las necesidades afines al mismo, la intención de mantener la producción en Japón es generar empleos y mantener un flujo comercial local; sin embargo, a diferencia de

los casos anteriores, se prioriza las necesidades inmediatas de los empleados y proveedores por encima de los consumidores.

Por lo tanto, el pensamiento inteligente debe comenzar con un intento consciente de definir con precisión el valor en términos de productos específicos con capacidades específicas ofrecidas a precios específicos a través de un diálogo con clientes específicos. La forma de hacer esto es ignorar los activos y tecnologías existentes y repensar las empresas sobre la base de la línea de productos con equipos de productos sólidos y dedicados. Esto también requiere redefinir el rol de los expertos técnicos de una empresa y replantearnos exactamente en qué lugar del mundo crear valor. En realidad, ningún gerente puede implementar todos estos cambios al instante, pero es esencial para tener una visión clara de lo que realmente se necesita, de lo contrario, es casi seguro que la definición de valor esté sesgada.

En resumen, especificar el valor con precisión es el primer paso crítico en el pensamiento lean: proporcionar el bien o servicio incorrecto de la manera correcta es generar desperdicios (muda).

Identificación de la cadena de valor

La cadena de valor es el conjunto de todas las acciones específicas necesarias para llevar un producto específico (ya sea un bien, un servicio o, cada vez más, una combinación de los dos) a través de las tres tareas de administración críticas de cualquier empresa:

- La tarea de solucionar problemas desde el concepto a través del diseño detallado y la ingeniería hasta el lanzamiento de la producción.
- La tarea de gestión de la información se ejecuta desde la recepción de pedidos hasta la programación detallada y la entrega.

- La tarea de transformación física que se realiza desde las materias primas hasta el producto terminado en manos del cliente. El flujo de valor completo para cada producto (o en algunos casos para cada familia de productos) es el siguiente paso en el pensamiento lean, un paso que las empresas rara vez han intentado, pero que casi siempre expone enormes cantidades de desperdicios, de hecho, asombrosas.

Específicamente, el análisis del flujo de valores casi siempre mostrará que se están produciendo tres tipos de acciones a lo largo del flujo de valores:

- Se encontrarán muchos pasos para crear un valor de manera inequívoca.
- Se encontrarán muchos otros pasos para crear ningún valor que no sea inevitable con las tecnologías actuales y los activos de producción
- Se encontrarán muchos pasos adicionales para crear ningún valor y ser evitable de inmediato.

Crear empresas Lean requiere una nueva forma de pensar acerca de las relaciones entre contratistas y clientes, algunos principios simples para regular el comportamiento entre empresas y la transparencia con respecto a todos los pasos tomados a lo largo de la corriente de valor para que cada participante pueda verificar que las otras empresas se están comportando de acuerdo con los principios acordados.

Flujo del valor

Una vez que el valor se haya especificado con precisión, se haya identificado la cadena de valor para un producto completamente mapeado por la empresa lean y se hayan eliminado todos los pasos considerados desperdicios se puede comenzar a generar un flujo de valor. Cabe resaltar que esto no es posible si no se parte de la premisa de cambiar y reorganizar

completamente la estructura mental acerca de cómo se concibe el producto, nuestro entregable.

El ingeniero Taiichi Ono, en su libro “El sistema de producción Toyota: Mas allá de la producción a gran escala”, afirma que es posible reducir costos de producción y mejorar la situación de la empresa cuando se enfocan los esfuerzos en el producto y sus necesidades, en lugar de en la organización o el equipo, de modo que todas las actividades necesarias para diseñar, ordenar y proporcionar un producto ocurren en un flujo continuo.

La alternativa Lean es redefinir el trabajo de funciones, departamentos, y las empresas para que se pueda hacer una contribución positiva a la creación de valor y para hablar de las necesidades reales de los empleados en cada punto a lo largo de la cadena por lo que es realmente en su interés por hacer que el valor fluya. Esto requiere no solo la creación de una empresa magra para cada producto, sino también el replanteamiento de convencional empresas, funciones y carreras, y el desarrollo de una estrategia Lean.

El primer efecto visible de la conversión de departamentos y lotes a equipos de producto y flujo es que el tiempo requerido para pasar del concepto al lanzamiento, la venta, la entrega y la materia prima al cliente se reducen drásticamente. Cuando se introduce el concepto de flujo de valor, los productos que requieren años para el diseño se realizan en meses, los pedidos que tardan días en procesarse se completan en horas y las semanas o meses de producción para la producción física convencional se reducen a minutos o días. De hecho, si no puede reducir rápidamente a la mitad los tiempos de producción en el desarrollo de productos, el 75 por ciento en el procesamiento de pedidos y el 90 por ciento en la producción física, se está haciendo algo mal. (WOMACK, y otros, 2003)

Pull System

El sistema Lean permite adaptar cualquier entregable en producción en cualquier combinación, por lo que la empresa se puede acomodar de inmediato ante una demanda cambiante. Esto produce una ganancia extraordinaria de efectivo a partir de la reducción de inventario y acelera el retorno de la inversión.

¿Es realmente un logro revolucionario? De hecho, se debe a que la capacidad de diseñar, programar y hacer exactamente lo que el cliente quiere, justo cuando el cliente quiere, significa que puede deshacerse del pronóstico de ventas y simplemente hacer lo que los clientes realmente le dicen que necesitan. Es decir, puede dejar que el cliente le solicite el producto según sea necesario en lugar de enviar productos a menudo no deseados, además, las demandas se vuelven mucho más estables cuando saben que pueden obtener lo que quieren de inmediato.

En conclusión, el siguiente paso a la identificación del valor, la cadena de valor y el flujo es adoptar el Pull System, que según lo descrito anteriormente viene a ser la producción basada en la necesidad inmediata del cliente y no el estimado de la demanda del producto.

Perfección

A medida que las organizaciones comienzan a especificar el valor con precisión, identificar la totalidad de la cadena de valor, realizar los pasos de creación de valor para que los productos específicos fluyan continuamente y deje que los clientes obtengan valor de la empresa, algo muy extraño comienza a suceder. Los involucrados no tienen fin al proceso de reducir el esfuerzo, el tiempo, el espacio, los costos y los errores al ofrecer un producto que está cada vez más cerca de lo que el cliente realmente quiere. De repente, la perfección, el quinto y último principio del pensamiento Lean, no parece una idea sesgada. Esto se debe a que los cuatro principios

iniciales interactúan entre sí en un círculo virtuoso. Hacer que el valor fluya más rápido siempre expone desperdicios ocultos en la cadena de valores.

A pesar de que la eliminación de desperdicios implique una inversión inicial considerable en tecnología de procesos y nuevos conceptos de producto, terminan siendo simples y fáciles de aplicar, además de tener un tiempo de retorno relativamente corto. Un claro antecedente de ello la empresa Pratt & Whitney reemplazó un sistema de molienda totalmente automatizado para álabes de turbina con una celda en forma de U diseñada por sus propios ingenieros en poco tiempo y con una cuarta parte del costo de capital del sistema automatizado que se reemplaza. El nuevo sistema reduce los costos de producción a la mitad, al tiempo que reduce los tiempos de producción en un 99 por ciento y reduce el tiempo de cambio de horas a segundos para que Pratt pueda hacer exactamente lo que el cliente quiere al recibir el pedido. La conversión a lean think se pagará sola en un año, incluso si Pratt no recibe nada más que valor de rechazo por el sistema automatizado que se está deshaciendo.

Uno de los estímulos más importantes para lograr la perfección es la transparencia, el hecho de que en un sistema Lean, todos los subcontratistas, proveedores de primer nivel, integradores de sistemas (a menudo denominados ensambladores), distribuidores, clientes, empleados pueden ver todo, y así es fácil de descubrir mejores formas de crear valor.

Una manera de estimular de manera poderosa al personal es realizar comentarios casi instantáneos y altamente positivos para los empleados que realizan mejoras, un estímulo poderoso para los esfuerzos continuos de mejora.

Resultados y beneficios

Que la empresa que adopta el sistema Lean tenga como meta el alcance de la perfección es muy útil, esto muestra lo que es posible y ayuda a lograr

más de lo que se podría esperar. Sin embargo, incluso si el pensamiento Lean hace que la perfección parezca plausible a largo plazo, la mayoría de las empresas viven y trabajan a corto plazo. ¿Cuáles son los beneficios del pensamiento lean que podemos captar de inmediato? Basándose en años de evaluación comparativa y observación en organizaciones de todo el mundo, James P. Womack desarrolló las siguientes reglas básicas: Convertir un sistema clásico de producción por lotes y colas en flujo continuo con un impulso efectivo por parte del cliente duplicará la productividad laboral en todo el proceso. el sistema (para trabajadores directos, gerenciales y técnicos, desde las materias primas hasta el producto entregado) al tiempo que reduce los tiempos de producción en un 90 por ciento y también reduce los inventarios en el sistema en un 90 por ciento.

Los errores que llegan al cliente y la chatarra dentro del proceso de producción generalmente se reducen a la mitad, "al igual que las lesiones relacionadas con el trabajo. El tiempo de comercialización para los nuevos productos se reducirá a la mitad y se puede ofrecer una variedad más amplia de productos, dentro de las familias de productos. costo adicional muy modesto. Además, las inversiones de capital requeridas serán muy modestas, incluso negativas, si las instalaciones y el equipo puede ser liberado y vendido.

Lo que sigue son mejoras continuas por medio de kaizen en el camino hacia la perfección. Las empresas que han completado la realineación radical pueden duplicar la productividad nuevamente a través de mejoras incrementales en dos o tres años y reducir a la mitad nuevamente los inventarios, errores y plazos de entrega durante este período. Finalmente, la combinación de kaikaku (logro obtenido mediante la reingeniería en la empresa para la implementación del pensamiento Lean) y kaizen puede producir mejoras infinitas.

Los saltos de rendimiento de esta magnitud son, sin duda, un poco difíciles de aceptar, especialmente cuando se acompaña de la afirmación de que no se requieren tecnologías dramáticamente nuevas.

2.3 MARCO CONCEPTUAL

2.3.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo, según describe el ingeniero Jonathan Calle, en uno de sus blogs para la service BS GRUPO, es la intervención de un equipo mediante la realización de una reparación que garantice su buen funcionamiento y fiabilidad antes de una avería, teniendo la finalidad de lograr una mejor disponibilidad.

Las intervenciones de los equipos se dan a nivel de componente y basada en dos situaciones. La primera, cuando un equipo tiene un cambio de componente o mantenimiento programado de acuerdo a recomendaciones del fabricante. La segunda, cuando al tener un historial de fallas se trabaja con probabilidades y diagramas de distribución de modo que se puedan prever posibles averías que detengan el funcionamiento del equipo y en consecuencia la detención de la línea de producción de cualquier planta.

El análisis del historial de fallas tiene que ser básicamente estadístico, se puede utilizar de manera indistinta la distribución normal o la de Weibull. La manera adecuada de cuantificar la mejora es comparar porcentualmente la diferencia entre el costo que representa la falla y el MTBF (Mean Time Between Failures – tiempo entre fallas) antes y el después de la implementación del mantenimiento preventivo. Este proceso nos permitirá tener resultados positivos a partir de los cuales se pueden fijar grados de confiabilidad y de riesgo.

Los datos obtenidos son base para desarrollar el análisis de modos y efectos de fallas, construir una tabla que junto con el “troubleshooting” (resolución de problemas) permitirá mejorar la mantenibilidad debido a que se logra disminuir o dejar en cero el tiempo fuera de control cuando el equipo falle. Este tiempo fuera de control es el que tiene el especialista para encontrar la causa de la falla, de ser eficiente, el tiempo de la mantenibilidad se reducirá, logrando una mejor disponibilidad.

2.3.2 Normativa Internacional API 650 y API 653

Esta norma establece los requisitos mínimos de material, diseño, fabricación, montaje e inspección para tanques de almacenamiento soldados verticales, cilíndricos, sobre el suelo, cerrados y abiertos en varios tamaños y capacidades para presiones internas aproximadas a la presión atmosférica (presiones internas que no exceden el peso de las planchas del techo), pero se permite una presión interna más alta cuando se cumplen requisitos adicionales. Esta norma se aplica solo a tanques cuyo fondo completo está uniformemente soportado y a tanques en servicio no refrigerado que tienen un Temperatura de diseño máxima de 93 ° C (200 ° F) o menos. (AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, 2013)

Esta norma proporciona a la industria tanques de seguridad adecuada y economía razonable para su uso en el almacenamiento de Petróleo, productos del petróleo y otros productos líquidos. Esta norma no presenta ni establece una serie fija de tamaños de tanque permitidos; en cambio, está destinado a permitir que el comprador seleccione el tamaño del tanque que mejor se adapte a su o sus necesidades. Este estándar está destinado a ayudar a los compradores y fabricantes a ordenar, fabricar y erigir tanques; no tiene la intención de prohibir a los compradores y fabricantes que compren o fabriquen tanques que cumplan con las especificaciones distintos de los contenidos en esta norma.

Uno de los requisitos básicos e imprescindibles para el cumplimiento de esta norma es trabajar en el Sistema Internacional (SI) o habitual de los EE.UU.

2.3.3 Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

El principal objetivo de SSOMA (Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente) es prevenir y controlar riesgos de modo que se reduzcan costos que se asocian a los accidentes laborales y los impactos ambientales, esto, sin mencionar los problemas judiciales que generan estos motivos.

“Se debe disponer de un modelo de gestión eficiente que facilite el cumplimiento de la normativa vigente. El SSOMA (Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente) se encuentra entre los modelos de gestión más reconocidos del mundo. Una empresa puede elegir implantarlo para cumplir con las normas de gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (OHSAS 18001) y la Gestión Ambiental (ISO 14001). Dichos modelos de gestión se pueden implementar de una forma independiente o junta. Los requisitos se encuentran alineados entre sí. La integración de la gestión de SSOMA se puede realizar durante la implantación o una vez que han sido implementados por separado. Se pueden realizar sinergias que mejoren la eficiencia durante la gestión.” (Tools, 2016)

2.3.3.1 Normas asociadas a la Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente

La norma OHSAS 18001 es internacional. Se trata de un estándar reconocido mundialmente, que genera un conjunto de requisitos que se relacionan con la Seguridad y Salud en el Trabajo. Permite que el área correspondiente a la seguridad industrial en la empresa controle sus riesgos laborales y mejore su rendimiento.

Por otro lado, se tiene la ISO 14001, una norma certificable que forma parte de una serie de normas internacionales de gestión ambiental. La ISO 14001 especifica todos los requisitos para identificar y controlar los aspectos ambientales. Cualquier organización podrá dar cumplimiento a la legislación ambiental aplicable. Los modelos de gestión se pueden integrar con otras normas y con la gestión de responsabilidad social.

Finalmente, el estado peruano promulgó la ley N° 29783, denominada “Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo”, la cual, según lo descrito en el artículo N° 1: “Tiene como objetivo promover una cultura de prevención de riesgos en el país, sobre la base de la observancia del deber de prevención de los empleadores, el rol de la fiscalización y control del Estado y la participación de los trabajadores y sus organizaciones sindicales”

2.3.3.2 *Proceso de implementación*

La implementación del modelo de gestión de seguridad y salud y de gestión ambiental, debe trabajar de forma conjunta a la residencia y supervisión de turno de modo que se entienda la importancia y el impacto que genera un fallo en este ámbito. Así mismo se debe considerar las condiciones de su implementación dado que cada empresa a la que se le debe dar servicio tiene ambientes diferentes y situaciones laborales, geográficas, etc., que no pueden ser obviadas.

Se debe brindar una serie de opciones en servicios que estén vinculados a la gestión de SSOMA (Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente):

- Diagnósticos y auditorías de la gestión.
- Consultoría y asesoramiento en la implementación de sistemas de gestión SSOMA.

- Integración de sistemas de gestión.
- Formación y capacitación en gestión SSOMA.
- Desarrollo de normas, estándares y procedimientos para la organización.
- Identificación, evaluación y control de riesgos en los procesos.
- Implementación de herramientas informáticas para la gestión de información.
- Cumplimiento de requisitos legales.

El área a cargo de implementación deberá brindar soluciones para mejorar la eficacia de los modelos de gestión. Se deberán simplificar la administración y tener en cuenta los modelos de gestión orientados al negocio.

2.3.3.3 Resultado de la implementación

Si se implementa de una forma correcta el SSOMA (Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente) se consigue:

- Mejorar la imagen de la organización, gracias al certificado obtenido por un ente externo.
- Incrementar el compromiso y la capacidad de la organización para gestionar los aspectos que se encuentran vinculados a SSOMA.
- Disminuir el riesgo de conflictos con las partes interesadas, evitando los costos que suponen
- Identificar, evaluar y controlar los riesgos asociados a cada proceso.
- Optimizar las inversiones llevadas a cabo para cumplir con la normativa vigente.
- Permitir que las mejoras prácticas sean compartidas en toda la organización.

- Fomentar la cultura preventiva, concientizando e involucrando al personal.
- Alcanzar condiciones de trabajo más seguras que contribuyen al aumento de la productividad.
- Garantizar que la organización cumple con la normativa vigente.
- Mejorar el cumplimiento de la legislación aplicable.
- Facilitar de forma sistemática al desempeño en SSOMA.

2.3.4 Lean Construction

Según el foro PROGRESSLEAN, la construcción es una de las industrias con peor desempeño en términos de uso de recursos y manejo de desperdicios, de hecho, afirma que el 57% del tiempo de ejecución de un proyecto de construcción es improductivo. (Montalvá, 2015)

El Lean Construction es una rama del Lean Thinking enfocado netamente en el rubro de construcción, siguiendo la misma filosofía de eliminación de desperdicios para la mejora de la eficiencia general del proyecto y el precio de venta del mismo.

Un proyecto de construcción se maneja bajo los siguientes principios:

- Tener claro el valor del entregable para el cliente
- Enfocarse en maximizar el desempeño para el cliente y para la empresa ejecutora.
- Diseñar en forma simultánea tanto el producto como el proceso.
- Aplicar controles de producción a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

“En términos prácticos la forma de transformar la construcción en un proceso “lean” significa en primer lugar, incorporar en la construcción el

aprendizaje de décadas adquirido en la industria manufacturera moderna y minimizar las peculiaridades propias de la construcción para sacar provecho de las técnicas lean desarrolladas en la industria manufacturera. En segundo lugar, implica desarrollar técnicas lean adecuadas al dinamismo de la construcción (ad-hoc), para aquellas peculiaridades que no pudieron abordarse o estandarizarse. Además, en ambos casos se debe coordinar a los instaladores especializados, quienes están en el frente de trabajo, y a través de los cuales la ingeniería y la fabricación se aplican mejor. El Value Stream Mapping (VSM o Mapa de Cadena de Valor) es un ejemplo de la primera estrategia sugerida. Es decir, adoptar una técnica lean y aplicarla a la construcción, para en este caso mapear el proceso de producción y proponer, implementar y monitorear el progreso de las mejoras sugeridas. El Sistema de Planificación Last Planner (Último Planificador) en cambio, constituye un ejemplo de la segunda estrategia sugerida, pues implica el desarrollo de un sistema de planificación y control de proyectos que lidia con la variabilidad e incertidumbre inherentes a los procesos constructivos y apunta a reducirlas y lograr compromisos de planificación confiables.” (Samame, 2016)

Los beneficios del Lean Construction son los clientes, el personal, la administración y el personal. El cliente obtiene un servicio más consistente flexibilidad mejorada, capacidad de respuesta, tiempo de construcción y calidad del producto y un menor costo total negocio tiene un mejor flujo de efectivo y productividad menor inventario mejora en la utilización de activos beneficios ambientales aumento de ganancias y mejoras en la gestión de relaciones con los clientes mediante una mejor colaboración entre diseño general contratista y subcontratas más confiables, los procesos de gestión de crisis menos mejoran la flexibilidad y la moral del personal y la delegación de responsabilidades diarias. El personal recibe una mayor seguridad y mayor satisfacción con una mayor propiedad del área de trabajo o un ambiente de trabajo agradable, menos estrés y retroalimentación inmediata sobre su desempeño.

2.3.4.1 Desperdicios Según el Lean Thinking y Lean Construction

Lean es un sistema que implica la continua transformación de residuos en valor desde la perspectiva del cliente. Se enfoca en dos pasos vinculados, las continuas eliminaciones de desechos y la creación y el Flujo de valor. Con un desperdicio mínimo sin interrupción. Los desechos mencionados fueron divididos en 8 tipos. (WOMACK, y otros, 2003)

Transporte

Es el tipo de desperdicio relacionado al movimiento de materiales o productos innecesarios. Dado que es una actividad que no genera valor y que el transporte implica un riesgo tanto al equipo que transporta como para lo que se está transportando se de minimizar todo lo posible. Se considera innecesario cuando este movimiento no está respaldado con una producción inmediata.

Inventario

Es un tipo de desperdicio relacionado al consumo de material para ejecución de obra y a los productos terminados. Es decir, tanto los consumibles como los entregables acumulados implican costo y recursos debido al manejo y a la necesidad de espacio adicional para mantenerlo en óptimas condiciones.

Movimiento

En inglés se le denomina MOTION y no tiene un significado claro debido a que envuelve una serie de defectos. En general este tipo de desperdicio hace referencia al conjunto de esfuerzo realizados en movilizar personal, equipos o recursos consecuencia de algún defecto en alguna actividad ejecutada o proceso constructivo.

Tiempo de espera

Se refiere a los períodos de inactividad relacionados al cumplimiento de actividades predecesoras, es decir, este desperdicio se produce al incumplir tareas anteriores y generar un tiempo en el cual se espera se finalizase la actividad anterior para comenzar la que corresponde.

Reprocesos

Son los pasos innecesarios en operaciones tales como reprocesamiento, doble manejo, comunicación adicional y doble verificación que no agregan valor al procesamiento. A menudo se insertan en un proceso como resultado de tratar con defectos de sobreproducción o exceso de inventario.

Sobreproducción

Este tipo de desperdicio se da cuando se produce más de lo necesario, más rápido de lo necesario o antes de que sea necesario, lo que da como resultado un exceso de costos de mantenimiento de inventario.

Defectos

Cuando los productos, materiales o servicios no cumplen con las expectativas o las especificaciones del cliente se convierten en desperdicios y deben repararse. Este tipo de desperdicio hace referencia a toda actividad con su respectivo entregable que no fue realizado correctamente antes de la primera entrega.

Recurso Humano

Este tipo de desperdicio hace referencia a los colaboradores de la empresa ejecutora y a la capacidad que tienen para realizar las actividades que se les fueron asignadas. Todo aquel que no sea capaz para realizar una actividad, por desconocimiento o experiencia, genera cualquiera de los desperdicios mencionados anteriormente.

2.3.4.2 Last Planner

En este nuevo sistema se introduce adicionalmente a la planificación general de la obra (plan maestro), realizado tradicionalmente, planificaciones intermedias y semanales y el seguimiento de lo planificado a través del indicador PAC (Porcentaje de asignaciones completadas). El individuo o grupo de trabajo que las plantea recibe el nombre de “último planificador”, de donde el sistema toma su nombre. La función de la unidad de producción es realizar correctamente las asignaciones, a través de un proceso de aprendizaje continuo y acción correctiva. (BALLARD, 2000)

El Last Planner tiene como objetivo aumentar el cumplimiento de las actividades mediante la disminución de la incertidumbre asociada a la planificación. Para ello es necesario identificar lo que se debería hacer (el valor para el cliente), lo que se hará, es decir la capacidad que tienen el ejecutor de realizar la actividad y finalmente lo que se hará, que es parte del control del proyecto. Es evidente que entre las tres situaciones existen diferencias, finalmente la idea es que las tres puedan cumplirse a cabalidad y en igualdad numérica.

Valor para el cliente = Lo que el ejecutor puede hacer = Lo que se hará

La implementación de Last Planner requiere de un estricto cumplimiento. Esta consiste en general en crear planificaciones intermedias y semanales, enmarcadas dentro de la programación inicial o plan maestro del proyecto, analizando las restricciones que impiden el normal desarrollo de las actividades. En la determinación de los planes deben participar el equipo de trabajo del proyecto. Cada uno de los miembros debe contribuir a que los planes sean congruentes entre sí.

El plan maestro cubre todas las actividades de construcción del proyecto; desde su inicio hasta su terminación. El plan intermedio se obtiene del plan maestro y puede realizarse para un plazo de 6 semanas. Cuando se ejecute el primer plan intermedio, se debe crear otro para las actividades del próximo trimestre, y así sucesivamente hasta terminar la obra. El plan semanal se determina con base en el plan intermedio. Este plan contiene las actividades que se ejecutarán cada semana. (LLano, 2011)

1. TABLA N° 2.1. Restricciones

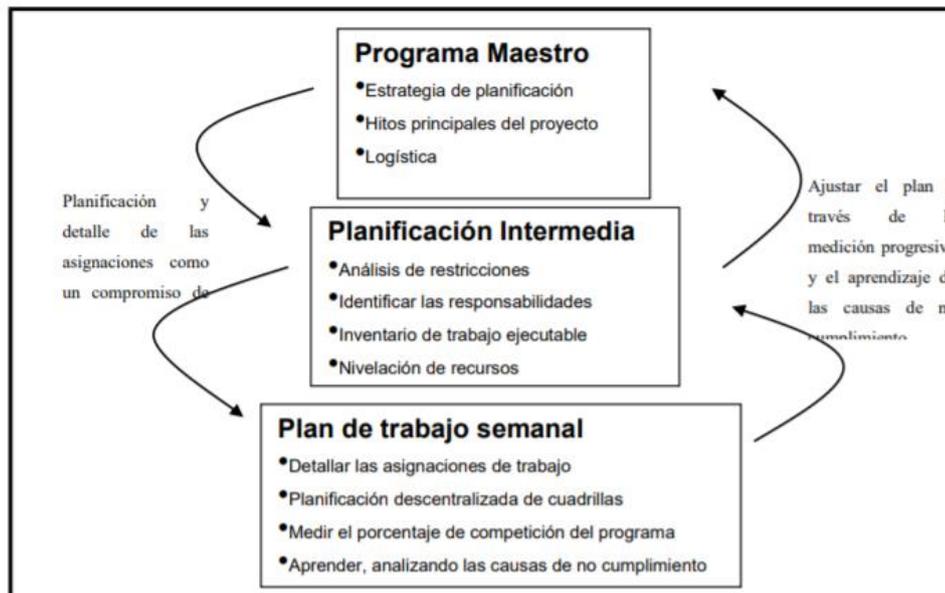
ACTIVIDADES (SE DEBEN HACER)	DISEÑO	MATERIALES	MANO DE OBRA	EQUIPOS	PRE- REQUISITOS	SE PUEDEN HACER
Actividad No. 1	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Actividad No. 2	SI	NO	NO	SI	SI	NO
Actividad No. 3	SI	SI	SI	SI	NO	NO
Actividad No. 4	SI	SI	NO	SI	NO	NO

FUENTE: <http://www.leanconstructionenterprise.com/documentacion>

Para llevar el control adecuado del proyecto es necesario tener indicadores de cumplimiento de actividades, en este caso, se utilizará el PPC (Plan porcentual completado), el cual se representa numéricamente en la ecuación 2.3.4.2.1.

$$PPC = \frac{\text{Número de actividades cumplidas}}{\text{Número de actividades programadas}} \times 100\%$$

5. FIGURA N° 2.5. Flujo del sistema Last Planner



FUENTE: http://cybertesis.urp.edu.pe/bitstream/urp/1149/1/OROZ_CF.pdf

En la figura 2.3.4.2.1. Se explica de manera gráfica el proceso por el cual debe pasar la planificación del proyecto para controlarlo adecuadamente. Cabe resaltar que el Look Ahead es la herramienta de la planificación intermedia y según Herman Ballard, creador del sistema, permite controlar el proyecto entre 3 y 6 semanas siguiente a partir del momento en el que estamos ejecutando alguna actividad del cronograma, es decir, las programaciones y planificaciones son proyectadas de 3 a 6 semanas en adelante. (Oroz, 2015)

2.3.4.3 Value Stream Mapping (VSM)

“VSM es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas, VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados. Cabe destacar que esta herramienta sirve esencialmente para el desarrollo de un proyecto relacionado a la producción de un entregable.” (Lean Solutions, 2015)

6. FIGURA N° 2.6. Secuencia de implementación del VSM



FUENTE: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>

Según la secuencia de la figura 2.3.4.2.1. se siguen una serie de pasos para la implementación el VSM, los cuales serán explicados a continuación.

Identificar la familia de productos a considerar en el VSM

Para ello se realiza un matriz producto-proceso, en la cual se relaciona el paso del entregable a través del proceso de modo que pueda ser relacionado a otros productos similares.

2. TABLA N° 2.2. Matriz producto - proceso

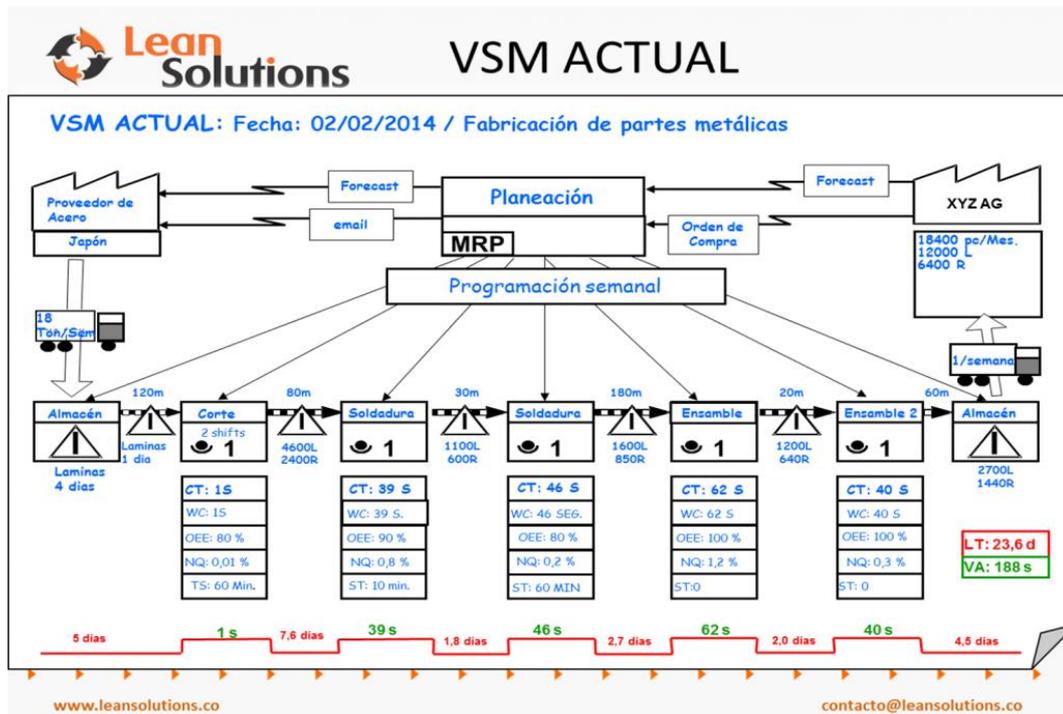
Producto	Maquina Operación 1	Maquina Operación 2	Maquina Operación 3	Maquina Operación 4	Maquina Operación 5
Ref. A	X	X	X	X	
Ref. B	X	X	X	X	
Ref. C	X	X	X	X	
Ref. D		X	X	X	X
Ref. E	X	X	X		
Ref. F				X	X
Ref. G		X	X	X	X
Ref. H		X	X	X	X
Ref. I		X	X	X	X

FUENTE: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>

Dibujo del estado actual del proceso

El dibujo actual parte del ejemplo planteado anteriormente por la empresa Lean Solutions, en la cual se agrupan a los entregables de acuerdo a la línea de procesos por la cual han pasado o están pasando. Se puede observar en la figura 2.3.4.2.2. que siguen un proceso tipo push.

7. FIGURA N° 2.7. VSM de un proceso que emplea el sistema push



FUENTE: <http://www.leansolutions.co/conceptos/vsm/>

Realizar el análisis de la situación futura

“En esta etapa se debe establecer como funcionara el proceso en un plazo corto, se debe analizar y responder las preguntas relacionadas a recursos, procesos, espacio y stock necesarios para cumplir con el proceso.” (Lean Solutions, 2015)

Algunos de los indicadores necesarios en la aplicación de métodos de mejora continua son los siguientes:

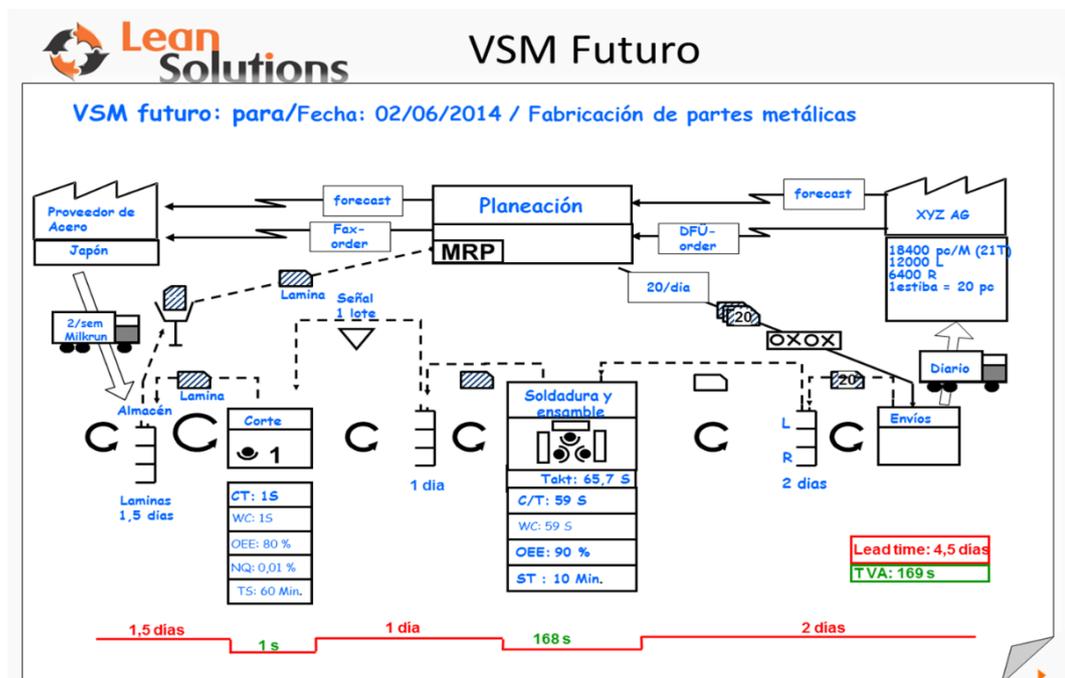
- “El Takt Time, se calcula dividiendo el tiempo de apertura menos los tiempos bajos por día entre la cantidad de piezas a producir por día.” (Lean Solutions, 2015)
- El Lead Time, es la suma de todos los tiempos muertos que aparecen en rojo en el ejemplo.

- El Contenido de trabajo, es el tiempo en el cual se le imprime valor al producto, es la suma de los tiempos en verde del ejemplo.
- La cantidad de operarios requeridos se calcula dividiendo el contenido de trabajo (WC) entre el Tack time (TT).

Dibujar el VSM futuro

“El propósito del Value-stream Map (VSM) es resaltar las Fuentes de desperdicios, por eso la implementación de un esta futuro debe hacerse en un periodo corto de tiempo, la meta es construir procesos que estén vinculados con los clientes” (Lean Solutions, 2015), trabajando al Tack time, en flujo continuo y tirados por el cliente, es decir cambiar del sistema Push a Pull (dependiente del cliente). (Mike Rother, 1999)

8. FIGURA N° 2.8. VSM del proceso Push



FUENTE: <http://www.xs.co/conceptos/vsm/>

“En el VSM se debe identificar:

- Identificar el proceso cuello de botella
- Identificar donde se desperdician productos
- Identificar donde se desperdician recursos (tanto hombres como maquinas)
- Definir inventarios Max y min., identificar la causa de estas existencias
- Identificar las soluciones adecuadas para eliminarlos.
- Identificar cual flujo empujado debería ser jalado (de push a pull)”
(Lean Solutions, 2015)

Se debe hacer énfasis en la diferenciación del sistema push del pull, según lo mencionado en el punto 2.2.3. el Lean Thinking ofrece un cambio de sistema debido a que tiene como intención reducir al máximo los desperdicios ocasionados, en gran parte, por la manera en cómo se producía.

2.3.4.4 *Look Ahead*

El método de Look Ahead es un tipo de calendario de asignaciones potenciales para las próximas 3 a 12 semanas, el número de ellas depende del tipo de proyecto que se esté ejecutando y la cantidad mínima de tiempo necesaria para poder anticiparse a alguna variante, estas variantes pueden estar relacionadas a condiciones del área de trabajo, recursos, materiales, pre fabricados, insumos, etc. Para ello es necesario definir cuales son los tipos de desperdicios que existen en este tipo de proyectos, o cuales se están produciendo en el momento del control y calcular un tiempo de respuesta, el cual servirá para tomar el mínimo posible de proyección del lookahead.

Ballar propone en su tesis, The Last Planner System of Production Control, en la tabla 2.3.4.4.1. una programación five weeks en la cual se tiene el esperado de las actividades a realizar.

En la tabla 2.3.4.4.1. se observa la planificación a 5 semanas, la intención del Look Ahead es proyectarse a partir del momento actual de modo que se tenga un tiempo de respuesta adecuado para eliminar todas las restricciones posibles, cabe destacar que, en esa tabla se está considerando que el tiempo máximo de respuesta antes una restricción es de 5 semanas antes de planificar la semana subsiguiente.

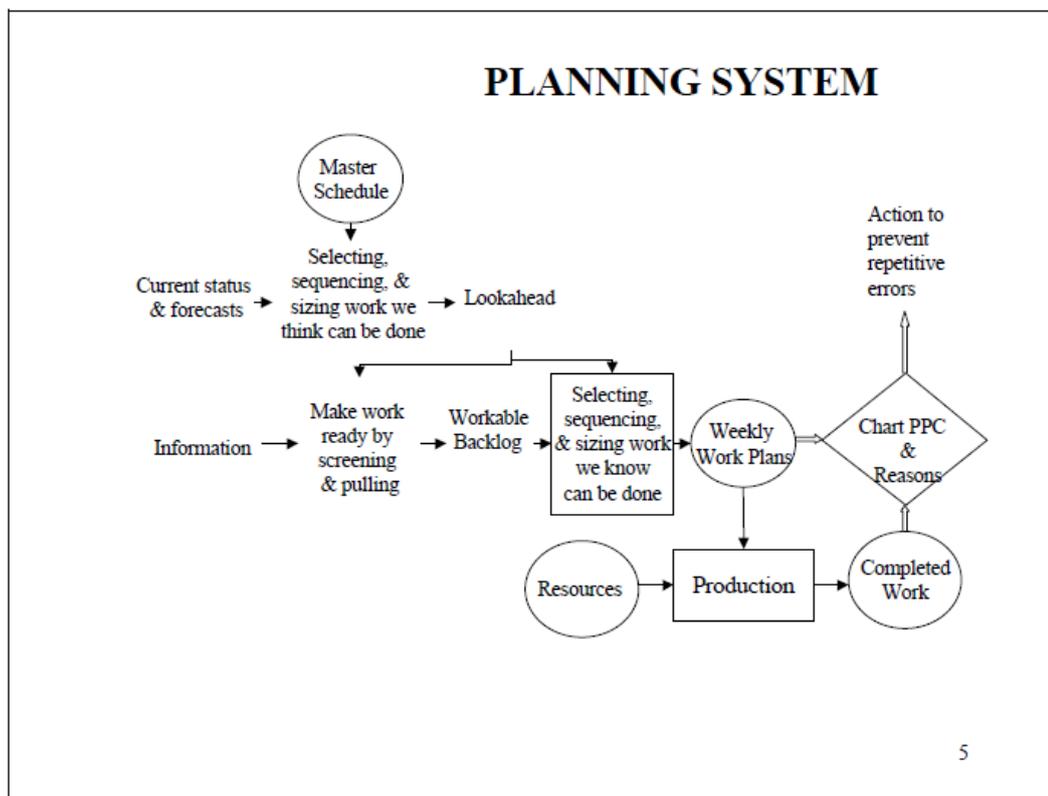
3. TABLA N° 2.3. Programación semanal Lookahead

PROJECT: Pilot						5 WK LOOKAHEAD															
ACTIVITY	1/13/97		1/20/97		1/27/97		2/3/97		NEEDS												
	M	T	W	T	F	S	M	T		W	T	F	S	M	T	W	T	F	S		
Scott's crew																					
"CUP" AHUs-10 CHW, 2 HW	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					CHW delivers 1-8-97 thru 1-13. HW delivers 1-20.
Punch, label & tag AHUs														X	X	X					Materials on site
Ron's crew																					
DI Steam to Humidifier			X	X	X																Materials on site
DI Steam Blowdown	X	X																			Check material
DI Steam Cond. to coolers (13)							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		Material on site
Charles' crew																					
200 deg HW 1-"H"	X	X	X																		Matl delivery 1-8-97
200 deg HW 1-"B" & 1-"D"							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					Release matl for 1-15-97
1st flr 200 deg HW guides & anchors	X	X	X	X	X							X	X	X	X	X					Material on site. Need West Wing flr covered.
Richard's crew																					
2-"A" HW & CHW	X	X	X	X	X																Control valves for added VAV coils
CHW in C-E-G tunnels	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					Need tunnels painted & release materials
Misc FCUs & cond. drains in "T", "J", & "K" 1st flr							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					Take off & order materials
Punch, label & tag							X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					Material on site

FUENTE: (BALLARD, 2000)

El mismo Ballard, realizó un esquema como se debe “atacar el proyecto” claro está, basado en el flujo del sistema Last Planner (FIGURA 2.3.4.2.1), en ese esquema se observa claramente la influencia que tiene el Lookahead sobre el desarrollo del proyecto, en este caso como planificación intermedia.

9. FIGURA N° 2.9. Sistema de planificación



FUENTE: (BALLARD, 2000)

2.4 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

La mayoría de estos términos fueron definidos a partir de su significado básico, sin usar ningún tipo de lenguaje técnico. Fueron referenciados de la real academia de la lengua española y otras Fuentes que serán colocadas en las referencias bibliográficas.

2.4.1 Fiabilidad

Es la probabilidad que tiene un equipo de funcionar, sin fallar, en un determinado periodo de tiempo. En consecuencia, es parte fundamental poder cuantificarla de modo que se pueda estimar tiempos de vida útil, así mismo, esto se vuelve indispensable si el equipo es parte de una línea de producción. (CASTELA, 2016)

2.4.2 Mantenibilidad

Es la probabilidad de que una operación de mantenimiento dada, realizada en condiciones definidas y con la ayuda de procedimientos y medios especificados, pueda efectuarse en un intervalo de tiempo (t_1 t_2) cuando la operación ha comenzado en $t=0$. (COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL, 2000)

2.4.3 Feedback

Es un término que puede traducirse como realimentación o retroalimentación. Se trata de la alimentación de un sistema a través del regreso de un sector o de un porcentaje de su salida. Durante un proyecto, el feedback corresponde a la acción de recibir y dar información constantemente, esto, tiene como objetivo mantener a todas las áreas comunicadas ante un posible suceso. (CARRILLO, 2016)

2.4.4 Troubleshooting

El troubleshooting es una forma sistemática de resolver problemas en procesos y productos. Es una forma sistemática de buscar el origen de un problema para que este pueda ser resuelto. troubleshooting se puede traducir como resolución de problemas. (ALEGSA, 2016)

2.4.5 Percepción

Philip Kotler define satisfacción como el nivel de estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas. (Kotler, 1999)

2.4.6 Expectativa

La real academia de la lengua la define como espera de algún resultado. Por otro lado, en Marketing hace referencia a la imagen creada por el vendedor al cliente. (REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA, 2009)

2.4.7 Muda

“Muda es una palabra japonesa que significa “inutilidad; ociosidad; desperdicio; superfluidad” y es un concepto clave en el Toyota Production System (TPS) o Manufactura Esbelta como uno de los tres tipos de residuo (muda, mura, mun). Reducir los residuos es una manera efectiva de aumentar la rentabilidad. Toyota escogió estas tres palabras que comenzaban con el prefijo “mu” que es reconocido en Japón como referencia a un programa o campaña de mejora de un producto.” (SPC Consulting Group, 2013)

2.4.8 Kaikaku

El Kaikaku es una técnica japonesa que significa transformación, y como el Kaizen surgió en el siglo XX para apoyar cambios organizativos; su filosofía se orienta a las mejoras radicales, mediante procesos focalizados a una problemática, en donde se fomenta la participación de aquellos que quieren y cuentan con la capacidad de aportar a su solución. (ESCOBAR, 2013)

2.4.9 Precios Unitarios

“Un Análisis de Precio Unitario (APU) es un Modelo Matemático muy sencillo que estima el costo por unidad de medida de una partida (Soles. /Und). Para estimar el costo se toman en cuenta los costos de los materiales, de los equipos y de la mano de obra que se requieren para la ejecutar una unidad de la partida. Así mismo, este costo incluye la utilidad para la empresa”. (CHUMILLAS, 2009)

2.4.10 Precio venta de la Hora Compleja

La hora compleja es un término, parte del know how de la empresa TAMOIN, que se define como el costo que paga la empresa por hora hombre al realizar un proyecto. Es decir, es la relación que existe entre el costo de ejecución del proyecto, para la empresa contratista, y la cantidad total de horas hombre invertidas en él. El precio base de la hora compleja depende de la empresa que realizará la actividad. (Know how TAMOIN, 2017)

2.4.11 Espacio confinado

“Se entiende por espacio confinado el recinto con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que se pueden

acumular contaminantes tóxicos o inflamables o puede existir una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no esté concebido para su ocupación continua por los trabajadores.” Belkys Torres Reguera, 2012, Centro de seguridad y salud laboral de A Coruña. Instituto de Seguridade e Saúde Laboral de Galicia. (Reguera, 2012)

2.4.12 Forecast

El forecast se traduce como pronóstico; sin embargo, en el sector empresarial y de proyectos toma una importancia relevante. Se le define como es la estimación y previsión de la demanda de un servicio o producto para un determinado periodo de tiempo. (LOGICALIS Business and technology working as one, 2015)

2.4.13 Variabilidad

“Constituye la principal Fuente de desperdicio en la industria de la construcción. Los sobrecostos ocasionados por la variabilidad se traducen en una pobre productividad, debido a la baja utilización de recursos, baja producción y trabajo en condiciones no óptimas. Entonces, para minimizar el desperdicio se debe controlar la variabilidad. La variabilidad no es otra cosa que, la ocurrencia de eventos distintos a los previstos tanto por efectos internos y/o externos al sistema. Esta incertidumbre está presente en todos los proyectos y se incrementa con la complejidad y velocidad de los mismos. Es una realidad en la vida del Proyecto, sabemos que pueden ocurrir, pero no sabemos con exactitud cuándo. No considerarla en la planificación hace que se incremente significativamente y su impacto sea mayor en el sistema de producción”. (Spearman, y otros, 2001)

2.4.14 Know How

Know-How, es un neologismo del idioma inglés, que data del 1838. Se define como: saber cómo hacer algo fácil y eficientemente.

“La palabra compuesta “know-how” puede ser reemplazada en nuestro rico y generoso idioma con muchos términos: pericias, destrezas, habilidades, dotes, alto nivel de conocimiento. Palabras que al igual que “know-how” significan solo “saber cómo hacer algo pronto y bien hecho “. Por otro lado, tiene una directa relación con la “experiencia”, esto es la práctica prolongada y consistente que proporciona conocimiento o habilidad para hacer algo.” (PEREIRA, 2013)

2.4.15 Diagrama de Pareto

El Diagrama de Pareto consiste en una representación gráfica de los datos obtenidos de un problema que resulta de utilidad para identificar cuáles son los aspectos prioritarios que se deben enfrentar. En este contexto se espera el cumplimiento de la Regla de Pareto que empíricamente indica que aproximadamente el 80% de los problemas se explica por aproximadamente el 20% de las causas (notar que la Regla de Pareto se aplica adicionalmente en otros ámbitos y que por cierto los porcentajes anteriores son aproximaciones). (GEO TUTORIALES, 2010)

2.4.16 Diagrama de Ishikawa

El Diagrama de Ishikawa, también conocido como Diagrama de Espina de Pescado o Diagrama de Causa y Efecto, es una herramienta de la calidad

que ayuda a levantar las causas-raíces de un problema, analizando todos los factores que involucran la ejecución del proceso.

Creado en la década de 60, por Kaoru Ishikawa, el diagrama tiene en cuenta todos los aspectos que pueden haber llevado a la ocurrencia del problema, de esa forma, al utilizarlo, las posibilidades de que algún detalle sea olvidado disminuyen considerablemente. En la metodología, todo problema tiene causas específicas, y esas causas deben ser analizadas y probadas, una a una, a fin de comprobar cuál de ellas está realmente causando el efecto (problema) que se quiere eliminar. Eliminado las causas, se elimina el problema.

Un ejemplo de utilización del Diagrama de Ishikawa es en el análisis de las causas-raíces en evaluaciones de no conformidades.

CAPÍTULO III

3. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis General

La aplicación de un plan de control basado en el Lean Thinking reduce favorablemente el tiempo de ejecución de un proyecto de mantenimiento de tanque de almacenamiento de hidrocarburos.

3.1.2 Hipótesis Específicas

- Las actividades que no generan valor en el proyecto de mantenimiento pueden ser aglomerados en los desperdicios según Lean Thinking utilizando el método de causa raíz.
- La información de campo puede ser cuantificada utilizando reportes de campo. La carga e impacto de las actividades que no generan valor a lo largo del proyecto pueden ser visualizados mediante método de Pareto.
- La eficiencia puede mejorar aplicando las herramientas del Lean Thinking (previamente seleccionadas), las cuales permiten planificar, programar y controlar el proyecto de mantenimiento.
- La mejora del precio de venta está relacionada al aumento de eficiencia del proyecto de mantenimiento, por tanto, un mejor precio de venta puede ser calculado utilizando los datos de campo y precio de venta del proyecto de mantenimiento.

3.2 IDENTIFICACIÓN Y DEFINICIÓN DE VARIABLES

3.2.1 Variable Independiente

Plan de control de proyecto de mantenimiento:

Conjunto de formatos que facilitarán el control del proyecto, así mismo con los datos de salida del plan de puede planificar y programar las actividades siguientes.

3.2.2 Variables Dependientes

Tiempo de ejecución del proyecto:

El tiempo de ejecución post aplicación del LEAN THINKING, incluyen todos los tiempos involucrados al proyecto.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

4. TABLA N° 3.1. Detalle de la operacionalización de las variables y sus respectivos objetivos.

Variables Independiente	Dimensiones	Indicador	Instrumentos de medición
Plan de control basado en Lean Thinking	Desperdicios según Lean Thinking	Cantidad de actividades aglomeradas en cada tipo de desperdicio	Lista de desperdicios del Lean Thinking
	Impacto de actividades que no generan valor en el proyecto	Porcentaje de tiempo de actividades que no generan valor en el proyecto	Regla de Pareto
	Look Ahead	Actividades próximas a ser realizadas	Lean tool Kit
Variable Dependiente	Dimensiones	Indicador	Instrumentos de medición
Proyecto de mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos	HH/HE totales invertidas en el proyecto	HH efectivas y HE efectivas	Control de horas hombre
	Tiempos de ejecución de actividades de campo	Horas improductiva	Cronograma
	HH y HE de actividades que no generan valor	Total de horas empleadas	Reportes diarios de trabajo
	Actividades que no generan valor	Total de horas empleadas	Reportes diarios de trabajo
	Presupuesto del proyecto	Costo por actividad	Líneas de contrato
	Costo de hora compleja	Valor mínimo de hora compleja	Ecuación de hora compleja

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

CAPÍTULO IV

4. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación de la presente tesis, es tecnológica, dado que tiene el objetivo de aplicar conocimiento científico sustentado en pos de solucionar un problema cotidiano, a nivel industrial.

La presente investigación es de nivel aplicada, ya que tiene como finalidad aplicar un método, previamente investigado y experimentado, para reducir tiempos de ejecución de un proyecto de mantenimiento. (ESPINOZA MONTES, 2010)

La presente investigación es de tipo no experimental. Según Roberto Hernández Sampieri, en su libro Metodología de la investigación, afirma que los diseños de investigación de tipo no experimental consisten en observar las variables en su contexto natural de modo que se pueda realizar un análisis de las mismas. Por otro lado, en el mismo libro, se afirma que no se tiene control sobre dichas variables y no pueden ser manipuladas deliberadamente. (HERNANDEZ SAMPIERI, 2014)

La aplicación de la metodología Lean Thinking consiste en evaluar el entorno, las condiciones, consecuencias y recursos empleados en la ejecución de un proyecto de modo que se pueda crear una estrategia reflejada en un plan para reducir los tiempos de ejecución del mismo.

4.1.1 Parámetros de diseño

4.1.1.1 Desperdicios según Lean Thinking:

El Lean Thinking ofrece dentro de sus principios la eliminación de desperdicios para que de la misma manera se eliminen los sobrecostos por actividades que no generan valor. Son los siguientes:

- Sobreproducción
- Defectos
- Tiempos de espera
- Uso ineficiente de potencial humano
- Transporte (tiempo por transporte y manipulación de material)
- Inventario
- Movimientos innecesarios
- Exceso de producción

4.1.1.2 Actividades que no generan valor:

Se considera actividad que no genera valor a cualquier esfuerzo humano o gasto que se realiza para cumplir con una tarea específica que no genera ganancia directa a un entregable.

4.1.1.3 Horas hombre y Horas equipo de actividades que no generan valor:

Son las horas hombre y horas equipo de las actividades que no generan valor, las mismas fueron registradas en un reporte de campo.

4.1.1.4 Impacto de las actividades que no generan valor en el proyecto:

Este parámetro sirve para ordenar el impacto de las actividades que no generan valor sobre el proyecto total, de modo que se pueden tomar medidas adecuadas para evitar entregas tardías.

4.1.1.5 *Tiempo de ejecución de actividades en campo:*

Es el tiempo asignado a la ejecución de cada actividad del proyecto, a partir del mismo se realiza el control de avance en el cronograma.

4.1.1.6 *Look Ahead:*

Es la herramienta una de las herramientas proporcionadas por el Lean Thinking para programar y controlar la ejecución de un proyecto, a partir de la misma es posible anticipar la programación a futuro a partir de lo controlado en tres semanas o más, esto depende del planificador.

4.1.1.7 *Horas hombre totales invertidas en el proyecto:*

Es la cantidad de horas hombre totales invertidas en realizar el proyecto al 100 por ciento.

4.1.1.8 *Presupuesto del proyecto:*

Es el precio de venta del servicio ofrecido al cliente.

4.1.1.9 *Costo del precio de venta por hora hombre:*

Es un indicador de costos del precio de venta por hora hombre. La intención de este indicador es poder compararlo antes y después de aplicar la metodología del Lean Thinking.

4.1.2 Etapas de diseño

La presente tesis tiene como objetivo reducir los tiempos de ejecución de un proyecto de mantenimiento de taques. Por lo cual, al tener adjudicado un proyecto, es necesario planificar, programar y controlar el mismo. La aplicación del Lean Thinking consiste en evaluar el entorno, las condiciones, consecuencias y recursos empleados en la ejecución de un proyecto de modo que se pueda crear una estrategia reflejada en un plan para reducir los tiempos de ejecución del mismo. Así mismo es necesario considerar que ninguna herramienta, por más eficiente que sea, puede ser aplicada si los no son ni precisos ni reales. A continuación, se describe los procedimientos en orden de realización.

4.1.2.1 Etapa de identificación de valor

En esta etapa se identificará el valor que se le pretende dar al cliente en base a su necesidad. Cabe destacar, que la expectativa generada está relacionada al tiempo y a la seguridad. Los índices de calidad son mandatorios y están debidamente normado, en caso no cumplirlos se tendría que realizar re trabajos hasta cumplir con las exigencias técnicas.

4.1.2.2 Etapa de recolección de datos en campo

Los datos recopilados en campo se realizaron de manera diaria y en paralelo a la realización de la actividad, fueron entregados al planner de turno y posteriormente verificados por el cliente.

Estos datos fueron compilados en informes, los mismos que sirven para actualizar el cronograma, realizar los cobros y verificar el avance real con el cliente, momento a partir del cual se verá si es necesario tomar medidas concretas en caso haya algún atraso en la entrega final del proyecto o se

necesaria una entrega anticipada del mismo. En el informe referido es necesario contar con la siguiente información:

- Nombre y ocupación del colaborador.
- Horas hombre y horas equipo.
- Avance de actividades con la unidad que corresponda (el avance total porcentual es enviado al cliente) de acuerdo a líneas del contrato de mantenimiento.
- Tiempos de personal parado, diversos motivos.
- Observaciones de seguridad.
- Observaciones en caso se realice algún cambio por pedido del cliente.

4.1.2.3 Etapa de identificación de actividades que no generan valor

En esta etapa, ya conocido el valor y el mapeo del VSM, se identificarán las actividades que no signifiquen valor o ganancia directa al contratista. La identificación de alguna de estas etapas no implica que deban ser eliminadas dado que algunas de ellas están relacionadas a la seguridad, salud ocupacional y medio ambiente o a instalación de facilidades para la realización de alguna actividad in situ.

Cabe resaltar que los gastos indirectos también involucran parte de cualquier proyecto; sin embargo, la presente tesis se enfoca en la ejecución misma y en general a cualquier actividad que involucren conocimientos prácticos de ingeniería. Esto último se especifica en las delimitaciones del punto 1.4.

4.1.2.4 Etapa de aglomeración de actividades que no generan valor

Mediante el diagrama de Ishikawa se realizó el análisis de causa raíz de todas las actividades que no generan valor en el proyecto de

mantenimiento. Posterior a ello se compilaron todas estas actividades y fueron aglomeradas de acuerdo a cada tipo de desperdicio al cual correspondían o tenían similitud.

4.1.2.5 Cuantificar las actividades que no generan valor y medir el impacto en el proyecto

La información de campo fue medida y revisada por el cliente. A partir de la verificación del cliente los datos pasan a ser contabilizados, dado que las actividades que no generan valor fueron identificadas en el proceso 4.1.2.3. pueden ser contabilizadas por HH y HE, la medición del impacto en el proyecto es medido en porcentajes de tiempo que implican sobre la ejecución total del mismo.

4.1.2.6 Utilización de las Herramientas del Lean Tool Kit, planificación maestra, intermedia y semanal

En esta etapa del proyecto se utilizan las herramientas de la metodología Lean Thinking, específicamente las del Lean Construction. Como parte del Lean Tool Kit se tiene el Last Planner. Así mismo, según la Limitación temporal especificada en el punto 1.4.3. el proyecto estaba en proceso al momento del análisis por lo cual se tiene un cronograma con hitos y fecha de entrega. La metodología a emplear está especificada en el punto 2.3.4.2 y el 2.3.4.4. y será aplicada y relacionada al proceso constructivo del proyecto y lo establecido en el plan de trabajo de la empresa.

Cabe destacar que los procedimientos de ejecución de actividades están descritos por el contratista, el PCP (pliego de condiciones particulares) es el que limita las acciones en cada actividad.

4.1.2.7 *Medición de resultados y comparativa*

Los resultados de la aplicación simulada sobre el proyecto arrojan resultados que deben ser comparados con los iniciales, antes de la aplicación del método, así mismo, se debe comparar el precio de venta de la hora compleja y el total de las diferencias visibles, cuantificables o no sobre el proyecto de modo que se pueda anticipar y planificar adecuadamente otros servicios.

Otra comparativa a realizar que no es parte de la presente investigación es corroborar los resultados con el cliente.

4.1.3 Análisis de costos

Para la realización del análisis de costos se tomaron en cuenta las delimitaciones del punto 1.4. (delimitaciones económicas).

Se considera, además:

- Cada actividad tiene un costo único estipulado en las líneas de contrato.
- Ninguna actividad realizada puede ser cobrada por hora hombre
- El precio unitario de cada línea de contrato considera gastos generales, directos, indirectos y todo lo necesario para realizar la actividad.
- La manera adecuada de tomar la medición de los avances por línea de contrato es utilizando la unidad asociada a cada actividad, ninguna de ellas puede ser cobrada o reportada de otra manera

La medida a tomar en cuenta como indicador, parte de los objetivos, de la reducción del avance del proyecto depende de dos variables: presupuesto y horas hombre totales empleadas en realizar lo solicitado por el cliente.

La ganancia calculada por proyecto no es tema de investigación en la presente tesis, por lo cual no se descontarán del precio de venta los gastos generales, directos ni indirectos. Como resultado se tiene el siguiente monto:

Monto del proyecto = 628,602.90 nuevos soles (precio de venta)

En la tabla 4.3.1.1. se observa el detalle del presupuesto, las actividades relacionadas al proyecto, las unidades corresponden a las líneas del contrato parte del PCP (Pliego de condiciones particulares) especificados en las delimitaciones económicas y presente en el ANEXO N° 1.

Finalmente, el alcance del proyecto de mantenimiento, ANEXO N°2, y las observaciones en campo determinan el valor del presupuesto.

5. TABLA N° 4.1. Detalle de presupuesto

PRESUPUESTO Y LOOK AHEAD: TK31T16B						
PROYECTO:		MANTENIMIENTO DE TANQUE 31T16B:			INICIO PLANIFICADO	28-May
DESCRIPCIÓN:		FONDOS, PERIMETRALES, TECHO, PLATAFORMAS Y ESCALERA HELICOIDAL.			FINAL PLANIFICADO	18-Jul
DIÁMETRO:		24.38 METROS				
ALTURA:		12.8 METROS				
HIDROCARBURO:		DIESEL 2				
RESPONSABLE:		HOMERO RÍOS				
				PRESUPUESTO		
Item	Línea	Descripción	Ud	Cant.	P.Unit	Parcial
1. FACILIDADES						
						S/. 7,730.290
1.1. TRABAJOS PRELIMINARES						
						S/. 6,369.470
1.2. TRABAJOS PREVIOS A INSPECCIÓN						
						S/. 1,360.820
2. INSPECCIÓN DEL INTERIOR DEL TANQUE A CARGO DE LA EMPRESA INSPECTRA -> MEDICIÓN DE ESPESORES DE PLANCHAS DE FONDO						
3. TRABAJOS EN EL INTERIOR DEL CUBETO: FONDOS, CILINDRO, TECHO Y ESTRUCTURAS METAL MECÁNICAS						
						S/. 430,790.160
3.1. TRABAJOS DE PRE FABRICADOS METAL MECÁNICOS EN TALLER O AL INTERIOR DEL CUBETO						
						S/. 60,557.480
3.1.1. PRE FABRICADOS DE BARANDA Y TECHO						
						S/. 10,809.460
3.1.2. PRE FABRICADO DE PLATAFORMA SUPERIOR						
						S/. 2,697.460
3.1.3. PREFABRICADO DE PLATAFORMAS Y ACCESOS A VÁLVULAS						
						S/. 15,066.920
3.1.4. PREFABRICADO DE FACILIDADES PARA MANTTO. DEL TANQUE						
						S/. 5,570.770
2.4. HABILITADO DE PLANCHAS PEROMETRALES Y BACKING						
						S/. 12,948.770
2.5. PREFABRICADOS PARA SUMIDERO, SISTEMAS DE MEDICIÓN DE NIVEL, MAHOLE DE TECHO Y TEMPERATURA						
						S/. 5,192.020
2.6. PREFABRICADOS DE TUBO AQUETADOR						
						S/. 8,094.800
2.7. PREFABRICADO DE BOQUILLA DE 4"X300"						
						S/. 177.280
3.2. TRABAJOS EN EL FONDO DEL TANQUE						
						S/. 246,696.600
3.2.1. RETIRO DE PLANCHAS DE FONDO						
						S/. 27,284.250
3.2.2. RETIRO DE AFIRMADO Y SAND OIL						
						S/. 18,027.980
3.2.3. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUGAS AL INTERIOR DEL TANQUE						
						S/. 6,766.250
3.2.4. INSTALACIÓN DE SISTEMA DE DETECCIÓN DE FUGAS AL EXTERIOR DEL TANQUES						
						S/. 12,078.700
3.2.5. IMPERMEABILIZACIÓN Y APLICACIÓN DE ARENA FINA						
						S/. 14,439.970
3.2.6. APLICADO DE AFIRMADO Y SAND OIL						
						S/. 31,106.230
3.2.7. INSTALACIÓN DE PLANCHAS PERIMETRALES DEL FONDO						
						S/. 39,283.060
3.2.8. INSTALACIÓN DE PLANCHAS CENTRALES DE FONDO Y SUMIDERO						
						S/. 29,229.730
3.2.9. INSTALACIÓN DE PLANCHAS DE FONDO EN COLUMNAS: INSTALACIÓN Y DESINSTALACIÓN DE MESAS, FACILIDADES PARA RETIRO DE PLANCHAS BAJO LA COLUMNA Y REPARACIÓN DE IMPERMEABILIZADO						
						S/. 68,480.430
3.3. TRABAJOS EN EL TECHO						
						S/. 9,316.940
3.3.1. TRABAJOS DE SOLDADURA						
						S/. 8,395.510
3.3.2. MANTTO. DE RESPIERADERO DE TECHO						
						S/. 752.010
3.3.3. PREFABRICADO E INSTALACIÓN DE MANHOLE DE TECHO						
						S/. 169.420
3.4. CILINDRO - ANILLO DE CONCRETO						
						S/. 8,220.320
3.5. ESCALERAS, BARANDAS Y PASARELAS						
						S/. 71,096.540
3.5.1. REPARACIÓN DE PELDAÑOS Y ESCALERA HELICOIDAL						
						S/. 8,260.680
3.5.2. RETIRO E INSTALACIÓN DE NUEVA PLATAFORMA DE TECHO						
						S/. 9,149.150
3.5.3. INSTALACIÓN DE BARANDAS DE TECHO						
						S/. 7,909.900
3.5.4. PLATAFORMAS DE ACCESOS A VÁLVULAS Y LINEAS						
						S/. 45,776.810
3.6. SISTEMA DE MEDICIÓN DE NIVEL Y TEMPERATURA						
						S/. 14,136.700
3.6.1. RETIRO E INSALACIÓN DE NUEVO TOMAMUESTRA						
						S/. 847.840
3.6.2. RETIRO DE MEDIDOR SAKURA E INSTALACIÓN DE INERTO						
						S/. 375.740
3.6.3. INSTALACIÓN DEL ARREGLO DEL TERMOPOZO						
						S/. 42.820
3.6.4. INDEPENDIZACIÓN DE ACOMETIDAD						
						S/. 6,640.800
3.6.5. INSTALACIÓN DE UBO AQUETADOR Y MEDICIÓN						
						S/. 4,285.650
3.6.6. INSTALACIÓN DE BOQUILLA DE 4"X300"						
						S/. 1,943.850
3.7. SISTEMA CONTRA INCENDIO Y RETIRO DE ARRIOSTRES INSTALADOS DE SISTEMA ANTIGUO						
						S/. 20,765.580
3.7.1. INDEPENDIZACIÓN DE ACOMETIDAS						
						S/. 12,302.070
3.7.2. SISTEMA DE INYECCIÓN DE ESPUMA						
						S/. 4,297.030
3.7.3. CAMBIO DE MANGUERA FLEXIBLE						
						S/. 144.000
3.7.4. SOLDADO DE CUNETAS						
						S/. 793.960
3.7.5. SISTEMA DE ENTRIAMIENTO						
						S/. 3,220.520
4. TRABAJOS MISCELÁNEOS						
						S/. 5,966.070
4.1. MANTENIMIENTO DE VÁLVULAS						
						S/. 1,956.010
4.2. MANTENIMIENTO DE JUNTAS DE EXPANSIÓN						
						S/. 1,543.520
4.3. MODIFICACIÓN DE LINEAS DE VÁLVULAS DE ALIVIO						
						S/. 2,466.540
5. OBRAS CIVILES						
						S/. 13,486.890
6. CIERRE DE TANQUES Y RETIRO DE FACILIDADES						
						S/. 3,802.410
6.1. CIERRE DE TANQUES						
						S/. 1,284.620
6.2. RETIRO DE FACILIDADES						
						S/. 2,517.790
3. OTROS						
						S/. 166,826.360
GRÚAS						
	294	Administración de materiales	UD	92833.40	1.00	S/. 92,833.400
COMPRAS						
	311	Servicio de gestión de contrato	MS	1.00	73992.96	S/. 73,992.960
						TOTAL S/. 628,602.180

FUENTE: CIME INGENIEROS

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

En la refinería la pampilla se tiene una población de 106 tanques de almacenamiento. Se tomará en cuenta la cantidad de tanques a los cuales la presente empresa contratista realizó mantenimiento total; así mismo, se delimita la muestra a la cantidad de tanques que presentan las condiciones necesarias, en este caso de 50 unidades de techo fijo. Finalmente se filtraron los tanques que correspondan a rango de tiempo correspondiente al presente contrato, dato estipulado es las delimitaciones.

En el ANEXO N° 3 se detalla la lista de tanques utilizados en la refinería la pampilla. En la tabla siguiente (4.2.1.) se observa la cantidad de tanques a considerar en la presente investigación.

6. TABLA N° 4.2. Detalle de población de tanques de almacenamiento

DETALLE	CANTD.
Tanques de almacenamiento de hidrocarburos en la refinería la Pampilla	106
Tanque que cumplen las codiciones establecidas en la presente investigación	50
Cantidad de tanques disponibles para el presente contrato	6
Tanques de las mismas dimensiones	0
Cantidad de muestra a considerar para la presente investigación	1

FUENTE: Elaboración propia

Dado que la cantidad de tanques disponibles que cumplen las características técnicas para la presente investigación es 1, fue omitido cualquier cálculo de muestreo para la presente investigación.

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.3.1 Técnicas de recolección de datos

Las técnicas empleadas para la toma de datos en la presente tesis se dieron de manera paralela a la ejecución de los trabajos mediante el reporte de actividades diarias y control de horas hombre y máquina, presentes en el ANEXO N°4.

Toda la información levantada en campo pasa a ser procesada por el PLANNER de turno y reportada a los encargados de REPSOL para que se valide la data. Cuando la validación es entregada a la contratista se procede a seguir el modelo de las etapas de visto en el punto 4.2.2.

4.3.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de control de datos son los siguientes:

- Reportes de actividades de actividades diarias
- Control de Horas hombre
- Control de Horas equipo

4.4 ANÁLISIS Y PROCESAMIENTO DE DATOS

El procesamiento de datos se realizó en base a lo descrito en el punto 4.1.2. Etapas de Diseño.

4.4.1 Identificación de Valor

Se identificó como valor principal para el tipo de cliente, en este caso una refinería, el tiempo de entrega y la seguridad. Valores como calidad son obligatorios y mandatorios en el momento de la ejecución de cualquier trabajo y se rigen bajo normas vigentes e indicaciones que se encuentran en el PCP (Pliego de condiciones particulares). Por tanto, en caso haya alguna falla por calidad tendría que producirse un re trabajo hasta cumplir con los estándares establecidos por el API 653.

Se considera el valor principal para el cliente el tiempo de entrega del proyecto siguiendo las debidas normas de seguridad.

4.4.2 Recolección de Datos en campo

El modelo de informe se encuentra en el ANEXO N°5, de ellos se obtienen los siguientes datos:

- Horas hombre
- Horas equipos
- Avance por actividades
- Incidencias de seguridad
- Permisos de trabajo

En la tabla 4.3. se tienen los resultados de la recopilación de horas hombre y horas equipo, así mismo, se detalle el personal involucrado en el trabajo.

7. TABLA N° 4.3. Obtención de HH y HE de todo el proyecto

COSTOS HH							
TRABAJADOR	CARGO	HH TOTALES	HH PERMISOS DE TRABAJO	HH MOVILIZACIÓN DE PERSONAL	HH CHARLA DE SEGURIDAD Y ATS	HORAS EFECTIVAS	HORAS MUERTAS
CAMION GRÚA	FACILIDAD CIME	394.50	0.00	0.00	0.00	394.5	0.00
CASTILLO, Hugo	SUPERVISOR SSOMA	417.50	0.00	0.00	0.00	417.5	0.00
CUSINGA ARENAS, Gladys	RESIDENTE	200.00	0.00	0.00	0.00	200.0	0.00
ERIQUE FLORES, Jorge Miguel	PLANNER	200.00	0.00	0.00	0.00	200.0	0.00
RIOS PEÑA, Homero	SUPERVISOR DE CAMPO	417.50	0.00	0.00	0.00	417.5	0.00
VALLES PEÑA, Nataly	LOGÍSTICA	80.00	0.00	0.00	0.00	80.0	0.00
AGUILAR MOGOLLON	OFICIAL	19.00	1.00	0.50	0.00	17.5	1.50
ALVAN ANGULO ANDY PIERRE	MOVILIDAD	393.00	38.45	20.00	14.50	320.1	72.95
ARIAS CHIRINO OSMAR ANTONIO	AYUDANTE	107.00	9.90	5.00	5.00	87.1	19.90
ASENCIOS AIRA EDUAR	SOLDADOR 3G	101.00	10.70	7.50	4.00	78.8	22.20
BRÍÑEZ QUINTERO ANGEL DARIO	OFICIAL	99.00	11.10	4.50	4.50	78.9	20.10
CARDENAS BAYLON	OFICIAL	30.00	1.50	3.50	0.50	24.5	5.50
CASTILLO JUAREZ, JULIO	OPERARIO	116.50	9.80	5.00	5.00	96.7	19.80
CASTILLO DIAZ, JULIO LORENZO	CAPATAZ	242.50	22.15	12.50	9.00	198.9	43.65
COBEÑAS CORNEJO, PERCY WILLIAM	OPERARIO	31.50	4.20	1.50	1.00	24.8	6.70
CUSTODIO FRANK	OFICIAL	31.50	1.80	1.00	1.00	27.7	3.80
DE LA CRUZ MUCHOTRIGO HECTOR PEDRO	OFICIAL	130.50	7.60	8.50	6.00	108.4	22.10
DIAZ GONZALES JULISSA LISSET	VIGIA	330.00	30.45	17.50	12.50	269.6	60.45
DONQUIS GARCIA WILFREDO ELIAS	OFICIAL	53.50	5.40	2.00	2.00	44.1	9.40
ESCAJADILLO ROJAS FAUSTINO WILLIAMS	AYUDANTE	118.00	8.90	5.00	5.00	99.1	18.90
ESPINOZA AYALA FRANCO EVER	SOLDADOR 3G	335.50	32.60	17.50	13.00	272.4	63.10
FIDHEL ESPINOZA JUAN ALBERTO	OFICIAL	31.50	3.00	1.50	1.50	25.5	6.00
GARCIA ZAVALA EDGAR CAMILO	OPERARIO	283.50	30.30	16.00	12.00	225.2	58.30
GONZALEZ ZAVARCE DANNY JESUS	AYUDANTE	206.00	14.60	11.00	8.50	171.9	34.10
GUILLEN FERNANDEZ, JOSE LUIS	OPERARIO	52.00	4.50	2.50	2.50	42.5	9.50
INOÑAN CHAPOÑAN DOLORES ARCIDES	SOLDADOR 6G	304.00	30.60	17.00	12.50	243.9	60.10
IZQUIERDO SERRANO FREDY	OFICIAL	130.50	7.10	8.00	5.50	109.9	20.60
LEON ORTIZ, VICTOR JOSE	OPERARIO	133.50	10.30	6.50	6.00	110.7	22.80
LOPEZ DAVILA JOSE MIGUEL	OFICIAL	31.50	1.90	1.50	1.50	26.6	4.90
MOLINA CARHUANCHO CLIDE PEDRO	OPERARIO	137.00	7.00	8.50	4.00	117.5	19.50
OCON NARRIO ISAAC	vigilia	318.00	28.50	16.50	14.00	259.0	59.00
PACHECO BARBOZA EDWIN	AYUDANTE	116.50	8.00	8.00	5.00	95.0	21.50
PAJUELO AGUIRRE MARTIN TEOFILO	OPERARIO	365.50	29.60	18.50	14.00	303.4	62.10
PURIZACA FIESTAS MIGUEL	SOLDADOR 6G	88.00	4.00	6.50	4.00	73.5	14.50
QUEVEDO COLCHADO, GLORIA MARIA	VIGIA	333.00	31.25	16.50	13.00	272.3	60.75
QUISPE YOINER	OFICIAL	31.50	1.80	1.00	1.00	27.7	3.80
RAMOS MONTALVO JOHNNY LUIS	OFICIAL	151.00	13.80	8.50	6.00	122.7	28.30
REYES VIVANCO ANDERXON JOEL	OPERARIO	42.50	4.50	4.50	2.00	31.5	11.00
RIOS AREVALO JORGE LUIS	OPERARIO	186.00	14.20	11.00	6.50	154.3	31.70
RODRIGUEZ TEJADA JOSE WALTER	OPERARIO	244.00	15.90	13.00	10.50	204.6	39.40
ROJAS ANTARA ARISTIDES GRIMALDO	VIGIA	192.00	14.40	11.50	9.00	157.1	34.90
ROJAS PANDURO KEYTEL	OFICIAL	212.50	23.20	9.50	9.50	170.3	42.20
ROSALES VASQUEZ JOHN HENRY	OPERARIO	185.50	10.40	10.00	7.50	157.6	27.90
RUIZ SANTOYO MIGUEL JOSE	VIGIA	85.00	4.90	6.00	3.50	70.6	14.40
SALCEDO AGUIRRE CRISTHIAN RAUL	OFICIAL	199.50	12.10	11.00	8.00	168.4	31.10
SALCEDO GARRIDO, RAUL BARTALOME	ALMACENERO	338.00	34.25	18.00	12.50	273.3	64.75
SOCOLA SIANCAS JUNIOR PAUL	OFICIAL	148.00	10.40	6.50	6.50	124.6	23.40
SOSA ROJAS, HENRY HERBERT	ELECTRICISTA	316.00	32.95	17.00	11.50	254.6	61.45
SULCA PABLO	OFICIAL	33.00	1.40	3.50	1.00	27.1	5.90
VARGAS HERNANDEZ JOSE CALAZANS	OFICIAL	159.00	11.40	10.00	7.50	130.1	28.90
VILCA VILCHEZ JORGE LUIS	OFICIAL	272.50	17.75	14.00	11.00	229.8	42.75
ZAVARCE RUGUERA HUMBERTO MIGUEL	AYUDANTE	31.50	3.00	1.50	1.50	25.5	6.00
ZEGARRA MONCADA RICARDO MELECIO	OPERARIO	338.50	31.10	18.00	13.50	275.9	62.60
ZEVALLLOS AGUILAR FRANCISCO	OFICIAL	274.00	21.75	14.00	11.00	227.3	46.75
		9818.50	685.40	438.50	327.00	8367.60	1450.90

FUENTE: Elaboración propia

De la tabla 4.3. Se obtienen los siguientes datos:

Horas Hombre empleadas en ejecutar todo el proyecto = 9818.50

Horas Equipo empleadas en ejecutar todo el proyecto = 394.50

Horas desperdiciadas por permisos de trabajo = 685.40

Horas desperdiciadas por movilización de personas = 438.5

Horas desperdiciadas en charla de seguridad y ATS = 327

Horas Efectivas de trabajo = 8367.60

Estos datos sirvieron para cálculos posteriores en la identificación de impacto de desperdicios en el proyecto y para determinar el precio de la hora compleja de venta.

4.4.3 Identificación de actividades que no generan valor

Como se mencionó en el punto anterior, a partir de los informes de campo, presentes en el ANEXO N°5, se tienen todos los datos apuntados por el supervisor, a partir de los mismo se realizó un listado de actividades que no generan valor y afectan el tiempo de entrega del proyecto.

En la tabla 4.4.3.1. se identifican todas las actividades que no generan valor en el proyecto, además de ello la cantidad de horas hombre y horas equipo que implica.

8. TABLA N° 4.4. Identificación de Actividades que no generan valor

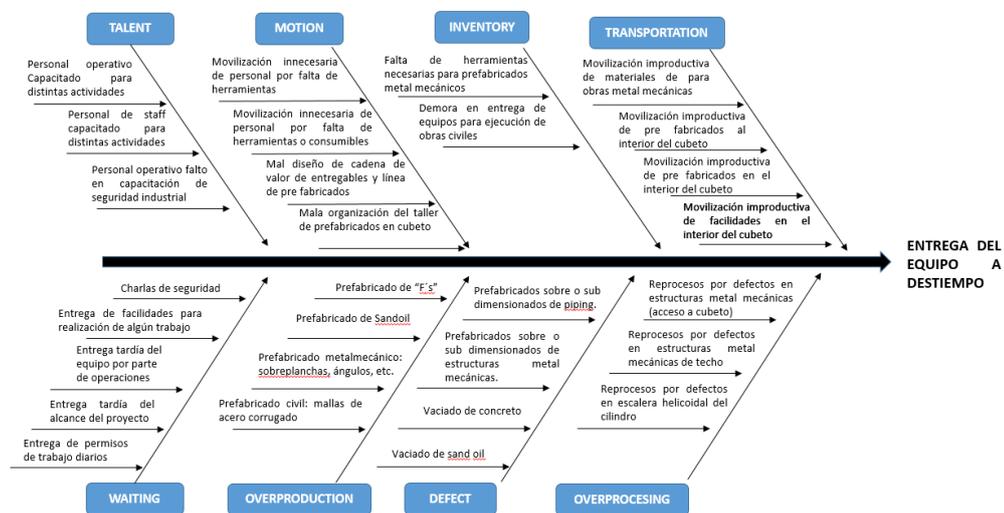
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	HH	HE
14	Entrega de permisos de trabajo diarios	485.40	
27	Reprocesos por defectos en estructuras metal mecánicas (acceso a cubeto)	342.00	28.50
18	Charlas de seguridad	327.00	
8	Falta de herramientas necesarias para prefabricados metal mecánicos	254.00	
4	Movilización innecesaria de personal por falta de herramientas	223.50	
5	Movilización innecesaria de personal por falta de consumibles	215.00	
16	Entrega tardía del equipo por parte de operaciones	200.00	
3	Personal operativo falto en capacitación de seguridad industrial	135.00	
29	Reprocesos por defectos en estructuras metal mecánicas de techo	85.50	
11	Movilización improductiva de pre fabricados al interior del cubeto	72.00	3.00
12	Movilización improductiva de pre fabricados en el interior del cubeto	72.00	9.50
22	Prefabricado civil: mallas de acero corrugado (Error en la medida)	48.00	
9	Demora en entrega de equipos para ejecución de obras civiles	45.00	
7	Mala organización del taller de prefabricados en cubeto	42.00	10.00
28	Reprocesos por defectos en escalera helicoidal del cilindro	40.00	
25	Vaciado de concreto	35.00	
26	Vaciado de sand oil	35.00	
6	Mal diseño de espacio de transito para traslado de pre fabricados	30.00	14.00
10	Movilización improductiva de materiales para obras metal mecánicas	18.00	8.00
19	Prefabricado de "F's"	18.00	
20	Prefabricado de Sandoil	12.00	
13	Movilización improductiva de facilidades en el interior del cubeto	8.00	6.00
2	Personal de staff capacitado para distintas actividades	5.00	
1	Personal operativo Capacitado para distintas actividades		10.00
15	Entrega tardía del alcance del proyecto		
23	Prefabricados sobre o sub dimensionados de piping.		
24	Prefabricados sobre o sub dimensionados de estructuras metal mecánicas.		17.00
17	Entrega de facilidades para realización de algún trabajo		-
21	Prefabricado metalmecánico: sobreplanchas, ángulos, etc.		3.00
	TOTAL	2747.40	109.00

FUENTE: Elaboración Propia

4.4.4 Aglomeración de actividades consideradas “wastes”

Para el presente punto se necesitó la información de campo y la utilización del esquema de Ishikawa de modo que se realice el análisis de causa raíz a partir del cual se determinará el impacto de estos “wastes” en el proyecto.

10. FIGURA N° 4.10. Diagrama de Ishikawa con los 29 desperdicios identificados en el proyecto.



FUENTE: Elaboración propia

4.4.5 Cuantificar las actividades que no generan valor y medir el impacto en el proyecto

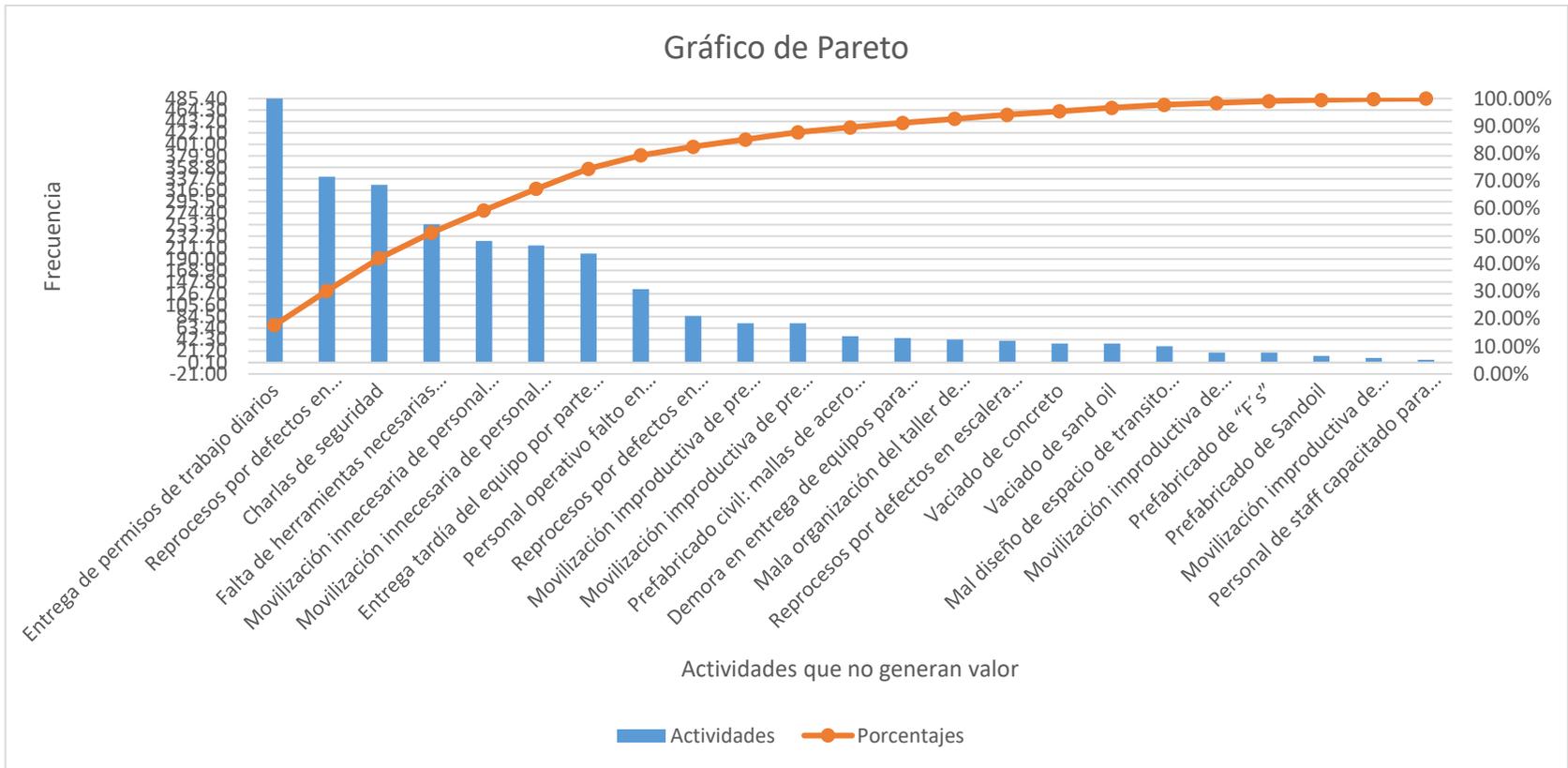
En esta etapa se cuantificaron los datos obtenidos de los informes de campo y se cuantificaron de modo que se pudo evaluar su impacto durante el desarrollo del proyecto. En la tabla 4.5. Se tienen todos los datos de HH y HE empleados en del proyecto, así como lo necesario para poder realizar el análisis de Pareto.

9. TABLA N° 4.5. Datos necesarios del proyecto para realizar el diagrama de Pareto

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	HH	HE	%	Acumulado	
14	Entrega de permisos de trabajo diarios	485.40		17.67%	485.40	17.67%
27	Reprocesos por defectos en estructuras metal mecánicas (acceso a cubeto)	342.00	28.50	12.45%	827.40	30.12%
18	Charlas de seguridad	327.00		11.90%	1154.40	42.02%
8	Falta de herramientas necesarias para prefabricados metal mecánicos	254.00		9.25%	1408.40	51.26%
4	Movilización innecesaria de personal por falta de herramientas	223.50		8.13%	1631.90	59.40%
5	Movilización innecesaria de personal por falta de consumibles	215.00		7.83%	1846.90	67.22%
16	Entrega tardía del equipo por parte de operaciones	200.00		7.28%	2046.90	74.50%
3	Personal operativo falto en capacitación de seguridad industrial	135.00		4.91%	2181.90	79.42%
29	Reprocesos por defectos en estructuras metal mecánicas de techo	85.50		3.11%	2267.40	82.53%
11	Movilización improductiva de pre fabricados al interior del cubeto	72.00	3.00	2.62%	2339.40	85.15%
12	Movilización improductiva de pre fabricados en el interior del cubeto	72.00	9.50	2.62%	2411.40	87.77%
22	Prefabricado civil: mallas de acero corrugado (Error en la medida)	48.00		1.75%	2459.40	89.52%
9	Demora en entrega de equipos para ejecución de obras civiles	45.00		1.64%	2504.40	91.16%
7	Mala organización del taller de prefabricados en cubeto	42.00	10.00	1.53%	2546.40	92.68%
28	Reprocesos por defectos en escalera helicoidal del cilindro	40.00		1.46%	2586.40	94.14%
25	Vaciado de concreto	35.00		1.27%	2621.40	95.41%
26	Vaciado de sand oil	35.00		1.27%	2656.40	96.69%
6	Mal diseño de espacio de transito para traslado de pre fabricados	30.00	14.00	1.09%	2686.40	97.78%
10	Movilización improductiva de materiales para obras metal mecánicas	18.00	8.00	0.66%	2704.40	98.43%
19	Prefabricado de "F"s"	18.00		0.66%	2722.40	99.09%
20	Prefabricado de Sandoil	12.00		0.44%	2734.40	99.53%
13	Movilización improductiva de facilidades en el interior del cubeto	8.00	6.00	0.29%	2742.40	99.82%
2	Personal de staff capacitado para distintas actividades	5.00		0.18%	2747.40	100.00%
1	Personal operativo Capacitado para distintas actividades		10.00	0.00%	2747.40	100.00%
15	Entrega tardía del alcance del proyecto			0.00%	2747.40	100.00%
23	Prefabricados sobre o sub dimensionados de piping.			0.00%	2747.40	100.00%
24	Prefabricados sobre o sub dimensionados de estructuras metal mecánicas.		17.00	0.00%	2747.40	100.00%
17	Entrega de facilidades para realización de algún trabajo		-	0.00%	2747.40	100.00%
21	Prefabricado metalmecánico: sobreplanchas, ángulos, etc.		3.00	0.00%	2747.40	100.00%
	TOTAL	2747.40	109.00			

FUENTE: Elaboración Propia

11. GRÁFICO N° 4.11. Diagrama de Pareto de las actividades que no generan valor en el proyecto



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el gráfico 4.11. se puede observar el efecto del 20% de las actividades que no generan valor implican el 80% de los tiempos muertos en la ejecución del proyecto. En la Tabla 4.6 se observa la lista de las actividades que generan el 80% de los tiempos muertos del proyecto, así como sus causas. Estas actividades han de ser atacadas, evitadas o mitigadas durante el proceso de construcción y son responsabilidad estricta del supervisor de campo.

10. TABLA N°4.6. Actividades que no generan valor y sus causas

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	CAUSAS
14	Entrega de permisos de trabajo diarios	Falta de coordinación por parte del cliente
27	Reprocesos por defectos en estructuras metal mecánicas (acceso a cubeto)	Falta de coordinación entre la supervisión de la contratista
18	Charlas de seguridad	Esta actividad es parte fundamental de la ejecución diaria del proceso del mantenimiento; sin embargo, ocupan unos 25 minutos más que pueden ser optimizados en coordinación entre la supervisión de campo y seguridad.
8	Falta de herramientas necesarias para prefabricados metal mecánicos	Falta de coordinación el día previo a la ejecución de las actividades que requieren estas herramientas, puede ser relacionada a la falta de conocimiento de las actividades consecuentes por parte de la supervisión.
4	Movilización innecesaria de personal por falta de herramientas	El personal retorna al taller por herramientas que no movilizó al área de trabajo
5	Movilización innecesaria de personal por falta de consumibles	Falta de planificación por el gasto de insumos y consumibles
16	Entrega tardía del equipo por parte de operaciones	Las fechas previstas por el área de mantenimiento del cliente no son cumplidas por la de operaciones.
3	Personal operativo falto en capacitación de seguridad industrial	Personal de la contratista no tiene capacitación adecuada de los procedimientos revisados por el área de seguridad industrial.

FUENTE: Elaboración propia

4.4.6 Uso de las herramientas, Last Planner y Look Ahead

Según se vio en los puntos 2.3.4.2. y 2.3.4.4. para poder aplicar correctamente el método de Last Planner es necesario establecer la planificación de manera general, intermedia y local. Durante la presente investigación se realizó una planificación general e intermedia dado el periodo de tiempo de ejecución del proyecto, especificado en el punto 1.4.3. Limitaciones temporales.

4.4.6.1 Planificación general y plan maestro.

11. TABLA N° 4.7. Plan maestro del proyecto

EDT	Nombre de tarea	Días calendarios	Duración	Comienzo	Fin
1	MANTENIMIENTO DE TANQUE 31T16B (Diámetro=24.38 m;Altura=12.8 m)	52 días	44 días	lun 28/05/18	mié 18/07/18
1.1	Inicio	0 días	0 horas	lun 28/05/18	lun 28/05/18
1.2	FACILIDADES	9 días	7.36 días	lun 28/05/18	mar 5/06/18
1.2.1	PRELIMINARES	2 días	1.73 días	lun 28/05/18	mar 29/05/18
1.2.2	TRABAJOS PREVIOS PARA INSPECCION	9 días	7.36 días	lun 28/05/18	mar 5/06/18
1.3	INSPECCION	4 días	4 días	mié 30/05/18	sáb 2/06/18
1.3.1	Trabajos de inspección	4 días	4 días	mié 30/05/18	sáb 2/06/18
1.4	TRABAJOS METALMECANICOS	34 días	28.45 días	lun 28/05/18	sáb 30/06/18
1.4.1	Trabajos de prefabricados metalmechanico en cubeto o taller	24 días	20.59 días	lun 28/05/18	mié 20/06/18
1.4.2	FONDO	34 días	28.41 días	lun 28/05/18	sáb 30/06/18
1.4.3	TECHO FIJO	9 días	7.77 días	lun 4/06/18	mar 12/06/18

1.4.4	CILINDRO - ANILLO DE CONCRETO	2 días	0.86 días	mar 12/06/18	mié 13/06/18
1.4.5	ESCALERAS, BARANDAS Y PASARELAS	24 días	21 días	lun 4/06/18	mié 27/06/18
1.4.6	SISTEMA DE MEDICIÓN DE NIVEL Y TEMPERATURA	25 días	21.91 días	lun 4/06/18	jue 28/06/18
1.4.7	SISTEMA CONTRA INCENDIO Y RETIRO DE ARRIOSTRES INSTALADOS DE SISTEMA ANTIGUO	22 días	17.27 días	sáb 9/06/18	sáb 30/06/18
1.4.8	MISCELANEOS	18 días	15.61 días	lun 4/06/18	jue 21/06/18
1.4.9	OBRAS CIVILES	13 días	10.68 días	vie 15/06/18	mié 27/06/18
1.4.10	Fin de trabajos metalmeccanicos	0 días	0 días	sáb 30/06/18	sáb 30/06/18
1.5	OFICIOS	15 días	13 días	lun 2/07/18	lun 16/07/18
1.5.1	TRABAJOS DE PINTURA	15 días	13 días	lun 2/07/18	lun 16/07/18
1.6	COMISIONADO Y MANIOBRAS DE PUESTA EN MARCHA	2 días	2 días	mar 17/07/18	mié 18/07/18
1.6.1	Cubicacion del interior del Tanque	1 día	1 día	mar 17/07/18	mar 17/07/18
1.6.2	Cierre de Manhol de Techo	1 día	4.5 horas	mié 18/07/18	mié 18/07/18
1.6.3	Cierre de Manhole de cilindro	1 día	4.5 horas	mié 18/07/18	mié 18/07/18
1.6.4	Retiro de platos ciegos	1 día	6.5 horas	mié 18/07/18	mié 18/07/18
1.6.5	Retiro de facilidades, materiales, equipos y herramientas	1 día	1 día	mar 17/07/18	mar 17/07/18
1.6.6	Retiro de durmientes	1 día	1 día	mar 17/07/18	mar 17/07/18
1.6.7	Retiro de aislamiento de escuadras	1 día	0.43 días	mar 17/07/18	mar 17/07/18
1.6.8	Retiro de caseta	1 día	0.43 días	mar 17/07/18	mar 17/07/18
1.6.9	Limpieza general	1 día	0.43 días	mar 17/07/18	mar 17/07/18
1.7	Fin Previsto	0 días	0 horas	mié 18/07/18	mié 18/07/18

FUENTE: Elaboración propia

La tabla anterior dio información general acerca de todo el proyecto, hitos y demás puntos sobre los cuales se irán planteando estrategias diferentes. En el ANEXO N° 6 se tiene el Cronograma y el diagrama de Gantt correspondiente al proyecto.

4.4.6.2 Planificación Intermedia

La planificación intermedia estuvo priorizada por el control y la reacción ante las actividades que no generan valor.

12. TABLA N° 4.8. Programación intermedia semanal (semana 2)

PROYECTO		MANTENIMIENTO DE TANQUE 31180		INICIO PLANIFICADO	28-May	FIN PLANIFICADO		18-Jun	INICIO PLANIFICADO		28-May	FIN PLANIFICADO		13-Jun	
DESCRIPCIÓN		FONDOS, PERIMETRALES, TECHO, PLATAFORMAS Y ESCALERA HELICOIDAL		PRESUPUESTO		PARCIAL		FECHA		VALORIZACIÓN		PARCIAL			
Item	Línea	Descripción	Ud	Cant.	P. Unit	Ud	Cant.	P. Unit	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun
1. FACILIDADES															
						SI		7,730,230							
1.1. TRABAJOS PRELIMINARES															
						SI		6,363,470							
2. TRABAJOS PREVIOS A INSPECCIÓN															
						SI		1,366,820							
3. INSPECCIÓN DEL INTERIOR DEL TANQUE A CARGO DE LA EMPRESA INSPECTRA - MEDICIÓN DE ESPESORES															
TRABAJOS EN EL INTERIOR DEL CUBIETO: FONDOS, CILINDRO, TECHO Y ESTRUCTURAS METAL MECANICAS															
						SI		430,750,000							
1.1. TRABAJOS DE PRE-FABRICADOS METAL MECANICOS EN TALLER O AL INTERIOR DEL CUBIETO															
						SI		60,000,410							
1.1.1. PRE-FABRICADOS DE BARRANDA Y TECHO															
						SI		10,803,460							
1.1.2. PRE-FABRICADO DE PLATAFORMA SUPERIOR															
						SI		2,637,460							
1.1.3. PRE-FABRICADO DE PLATAFORMAS Y ACCESOS A VÁLVULAS															
						SI		15,066,520							
1.1.4. PRE-FABRICADO DE FACILIDADES PARA MANTO. DEL TANQUE (P" - MESAS)															
						SI		5,093,700							
2.4. HABILITADO DE PLANCHAS PERIMETRALES Y BACKING															
						SI		12,348,770							
2.5. PRE-FABRICADOS DE PERIMETRALES Y BACKING DEL TANQUE (P" - MESAS)															
						SI		5,182,820							
2.6. PRE-FABRICADOS DE TUBO AGUETADOR															
						SI		8,054,000							
2.7. PRE-FABRICADO DE BOMBUILLA DE 4"X3000"															
						SI		177,280							

FUENTE: Elaboración propia

13: TABLA N° 4.9. Programación intermedia Semanal (semana 3)

PROYECTO		MANTENIMIENTO DE TANQUE 31180		INICIO PLANIFICADO	28-May	FIN PLANIFICADO		18-Jun	INICIO PLANIFICADO		28-May	FIN PLANIFICADO		13-Jun	
DESCRIPCIÓN		FONDOS, PERIMETRALES, TECHO, PLATAFORMAS Y ESCALERA HELICOIDAL		PRESUPUESTO		PARCIAL		FECHA		VALORIZACIÓN		PARCIAL			
Item	Línea	Descripción	Ud	Cant.	P. Unit	Ud	Cant.	P. Unit	4-Jun	5-Jun	6-Jun	7-Jun	8-Jun	9-Jun	10-Jun
1. FACILIDADES															
						SI		7,730,230							
1.1. TRABAJOS PRELIMINARES															
						SI		6,363,470							
1.2. TRABAJOS PREVIOS A INSPECCIÓN															
						SI		1,366,820							
3. INSPECCIÓN DEL INTERIOR DEL TANQUE A CARGO DE LA EMPRESA INSPECTRA - MEDICIÓN DE ESPESORES															
TRABAJOS EN EL INTERIOR DEL CUBIETO: FONDOS, CILINDRO, TECHO Y ESTRUCTURAS METAL MECANICAS															
						SI		430,750,000							
1.1. TRABAJOS DE PRE-FABRICADOS METAL MECANICOS EN TALLER O AL INTERIOR DEL CUBIETO															
						SI		60,000,410							
1.1.1. PRE-FABRICADOS DE BARRANDA Y TECHO															
						SI		10,803,460							
1.1.2. PRE-FABRICADO DE PLATAFORMA SUPERIOR															
						SI		2,637,460							
1.1.3. PRE-FABRICADO DE PLATAFORMAS Y ACCESOS A VÁLVULAS															
						SI		15,066,520							
1.1.4. PRE-FABRICADO DE FACILIDADES PARA MANTO. DEL TANQUE (P" - MESAS)															
						SI		5,093,700							
2.4. HABILITADO DE PLANCHAS PERIMETRALES Y BACKING															
						SI		12,348,770							
2.5. PRE-FABRICADOS DE PERIMETRALES Y BACKING DEL TANQUE (P" - MESAS)															
						SI		5,182,820							
2.6. PRE-FABRICADOS DE TUBO AGUETADOR															
						SI		8,054,000							
2.7. PRE-FABRICADO DE BOMBUILLA DE 4"X3000"															
						SI		177,280							

FUENTE: Elaboración propia

del 12 al 20 de Junio, por otro lado, según los datos tomados durante el proceso de ejecución en la cuarta semana se debió haber terminado la actividad; sin embargo, dada la velocidad de avance de obra se estima que terminará el 28 de Junio.

En la Tabla N° 4.11. se muestran las acciones a tomar por cada actividad que no genera valor, estas acciones han de ser tomadas en campo y están a cargo del supervisor.

15: TABLA N° 4.11. Programación Intermedia Semanal

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	ACCIONES A TOMAR
14	Entrega de permisos de trabajo diarios	Coordinar con el cliente antes de la entrega del proyecto de mantenimiento.
27	Reprocesos por defectos en estructuras metal mecánicas (acceso a cubeto)	Coordinación por parte de la supervisión y el personal de campo de la contratista.
18	Charlas de seguridad	Charlas de seguridad concretas.
8	Falta de herramientas necesarias para prefabricados metal mecánicos	Las herramientas tienen que ser coordinadas por almacén un día antes de ejecutar la actividad.
4	Movilización innecesaria de personal por falta de herramientas	Las mismas acciones que el punto anterior.
5	Movilización innecesaria de personal por falta de consumibles	El almacenero debe coordinar, en base al cronograma, la necesidad de consumibles.
16	Entrega tardía del equipo por parte de operaciones	Coordinar previamente con la supervisor de mantenimiento, en caso haya algún retroceso en la planificación maestra debe ser comunicada inmediatamente al cliente.
3	Personal operativo falto en capacitación de seguridad industrial	Como medida correctiva, y dadas las circunstancias, es posible cambiar al personal

FUENTE: Elaboración propia

4.4.7 Medición de resultados y comparativa

La manera adecuada de medir los resultados es obteniendo la eficiencia en la ejecución del proyecto antes y después de eliminar las actividades que no generan valor.

Una manera adecuada de poder reflejar la eficiencia es calculando el coste del precio de venta de la hora compleja, para ello es necesario tener el precio de venta por la ejecución del proyecto y la cantidad total de horas hombre empleadas antes y después de aplicado el método.

En el punto 4.4.5. Se obtuvo, mediante la interpretación del diagrama de Pareto que el 80% de desperdicios se acumulaban en las primeras actividades.

16. TABLA 4.12. Acumulado porcentual de actividades que no generan valor

ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD	HH	HE	%	Acumulado	
14	Entrega de permisos de trabajo diarios	485.40		17.67%	485.40	17.67%
27	Reprocesos por defectos en estructuras metal mecánicas (acceso a cubeto)	342.00	28.50	12.45%	827.40	30.12%
18	Charlas de seguridad	327.00		11.90%	1154.40	42.02%
8	Falta de herramientas necesarias para prefabricados metal mecánicos	254.00		9.25%	1408.40	51.26%
4	Movilización innecesaria de personal por falta de herramientas	223.50		8.13%	1631.90	59.40%
5	Movilización innecesaria de personal por falta de consumibles	215.00		7.83%	1846.90	67.22%
16	Entrega tardía del equipo por parte de operaciones	200.00		7.28%	2046.90	74.50%
3	Personal operativo falto en capacitación de seguridad industrial	135.00		4.91%	2181.90	79.42%

FUENTE: Elaboración Propia

Según el acumulado se obtiene lo siguiente:

$$\text{Total de horas desperdiciadas en el proyecto} = 2181.90$$

$$\text{Monto del proyecto} = 628,602.90 \text{ nuevos soles (precio de venta)}$$

$$\text{Horas Hombre empleadas en ejecutar todo el proyecto} = 9818.50$$

El cálculo correspondiente a precio de venta de hora compleja antes de aplicado el método.:

$$\frac{628,602.90}{9818.50} = 64.02 \text{ Nuevos soles por hora en el proyecto}$$

El cálculo correspondiente a precio de venta de hora compleja antes de aplicado el método.:

$$\frac{628,602.90}{9818.50 - 2181.90} = 82.31 \text{ Nuevos soles por hora en el proyecto}$$

La eficiencia del proyecto:

$$\left(1 - \frac{9818.50 - 2181.90}{9818.50}\right) \times 100 = 22\% \text{ más eficiente}$$

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos son favorables. Se realizó una comparación porcentual entre el tiempo de ejecución del trabajo y la simulación de cuando se aplicó la metodología Lean Thinking, comparación de la hora compleja y de tiempo de entrega del proyecto.

5.1 Mejora porcentual en tiempo

Se obtuvo una mejora porcentual del 22% lo cual significa una entrega de proyecto de mantenimiento antes del tiempo previsto, con lo cual se cumplió con el cliente en la cadena de valor establecida en las etapas de identificación de valor y el VSM del punto 4.2.2.1.

5.2 Mejora del precio de venta de la hora compleja

El precio de venta de hora compleja mejoró considerablemente, pasó de ser 64.02 a 82.31 nuevos soles, ahora, esta mejora es proporcional a la cantidad de horas invertidas en otro proyecto, a mayor sea la envergadura del tanque se tendrá una mayor inversión de horas y por tanto los ingresos serán mayores.

5.3 Mejora de la utilidad

Si bien parte de las delimitaciones de la presente investigación consisten en no considerar el cálculo de la utilidad, se entiende que la misma mejora si se reducen los gastos de inversión para la ejecución del proyecto, esto claro estableciendo los precios fijos de venta, los mismos que ya son parte del contrato de mantenimiento, esta delimitación se encuentra explicada en el punto 1.4.2.

CAPÍTULO VI

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

En base a la hipótesis general planteada en la presente investigación, se logró alcanzar el objetivo de reducir los tiempos de ejecución del proyecto de mantenimiento, de modo que mejoró el costo de la hora compleja y la eficiencia general del proyecto.

Se consideraron los datos tomados en campo por los supervisores y la información pasó por el debido proceso de corroboración con el cliente, cabe resaltar que el objetivo de la metodología es agregar valor a nuestro entregable y eliminar desperdicios relacionados a la ejecución de cualquier actividad, situación que se cumplió a cabalidad.

6.2 CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS CON ESTUDIOS SIMILARES

La contrastación de resultados de dio de manera porcentual, según la investigación de Usama Hamed, "Implementation of Lean Construction techniques for Minimizing the risk effect on Project construction time", publicada el 2013 en el jornal Alexandria Engineering, los resultados porcentuales de aplicar el método Lean Construction (derivado del Lean Thinking, que utiliza las mismas herramientas) fueron de una reducción en el proyecto de construcción de 15.57% , 6.43 puntos porcentuales menos que la presente investigación

Para la comparativa hay que considerar que las condiciones fueron totalmente diferentes, un proyecto de construcción implica partir de

relativamente nada más que la ubicación, la disposición de los stakeholders en cuestiones económicas, el tiempo que se tiene para la ejecución del proyecto y quien vaya a realizarlo; sin embargo, para un proyecto de mantenimiento ubicado en una refinería se deben considerar ciertas situaciones:

- Se está trabajando en una planta, las condiciones de seguridad son totalmente diferentes.
- Con respecto a la ejecución del trabajo, se está realizando en un espacio confinado
- Con respecto a los costos, se tienen costos fijos por actividad, en un proyecto por lo general se trabaja con un tipo de contrato diferente
- Con respecto al personal, el personal apto para trabajar en una planta tiene una mayor cantidad de requisitos que cumplir, por tanto, el costo de hora hombre a pagar por la empresa es mayor.

Por tanto, a pesar de las grandes diferencias ambientales y de entorno, el método fue aplicado satisfactoriamente cumpliendo su cometido.

6.3 RESPONSABILIDAD ÉTICA

En la presente investigación se utilizó la normativa ISO 690 para la referenciación de cualquier fuente.

Por otro lado, durante los procedimientos constructivos se respetaron a cabalidad las normas API 653 y las establecidas en el contrato de mantenimiento detallado en el PCP.

En aspectos de seguridad y salud ocupacional no se saltó ninguna recomendación del área correspondiente, dando facilidades y no considerando sus actividades como desperdicios, a pesar de que ellas por si sola no dan valor a la empresa contratista.

CONCLUSIONES

1. Se concluyó que la aplicación de un plan de control basado en el Lean Thinking funciona adecuadamente al ser aplicado a un proyecto de mantenimiento de tanques en una refinería. Esto, en base a los datos porcentuales obtenidos en el capítulo V. Cabe destacar que la aplicación del método se enfatizó sobre la programación, planificación y seguimiento sobre el proyecto de mantenimiento.
2. Es posible cuantificar y medir el impacto de las actividades que no generan valor sobre el proyecto de mantenimiento y a partir de ello realizar el replanteamiento de la planificación y programación con la herramienta del look ahead para mejorar el seguimiento y en consecuencia la eficiencia del mismo.
3. La mejora del precio de venta de la hora compleja es un reflejo de la reducción del tiempo de ejecución del proyecto. Este dato sirve a las empresas contratistas como un indicador a partir del cual se analiza la rentabilidad de un proyecto, en este caso, de mantenimiento.
4. Según la teoría del Lean Thinking, es posible aplicar el método a nivel industrial tanto para la empresa dueña de la refinería como para los ejecutores de diversos proyectos, los datos obtenidos en la presente investigación pueden servir para dar inicio a un cambio en el proceso de mantenimiento de planta.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda aplicar el método en la etapa de planificación del proyecto de modo que se puedan estimar tiempo y programar actividades utilizando la herramienta look ahead.
2. Es recomendable informar al cliente acerca de cualquier modificación en el control del proyecto de modo que se pueda cumplir sus expectativas y entregar el equipo dentro de las fechas establecidas.
3. Se recomienda informar y comprometer al personal de campo con los cambios a realizar en el planeamiento, control y seguimiento del proyecto, así como incentivarlo constantemente de modo que las fechas de entrega puedan ser cumplidas.
4. Se insta, al margen del interés por reducir las horas de trabajo, no evitar ni postergar medidas de seguridad relacionadas a la ejecución de algún trabajo realizado en planta.

REFERENCIAS

ALEGSA, Leandro. 2016. ALEGSA. ALEGSA. [En línea] 6 de Julio de 2016. <http://www.alegsa.com.ar/Dic/troubleshooting.php>.

AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE. 2013. *API 650: Welded Tanks for Oil Storage*. Washington : API, 2013.

ARIF MARHANI, Mohd. 2012. *Lean Construction: Towards enhancing sustainable construction in Malaysia*. Tesis (Grado), Universiti Teknologi MARA, Faculty of Architecture, planning and surveying. Kuala Lumpur : s.n., 2012. pág. 120.

BALLARD, Herman Glenn. 2000. *The Last Planner System of Production Control*. Tesis (Ph.D.), University of Birmingham, School of Civil Engineering, Faculty of Engineering. Birmingham : s.n., 2000. pág. 193.

CARRILLO, Mar. 2016. SEMRUSH. *SEMrush BLOG*. [En línea] 10 de Octubre de 2016. <https://es.semrush.com/blog/que-es-feedback-potenciarlo-redes-sociales/>.

CASTELA, Francisco. 2016. Teoría sobre el Mantenimiento Industrial. *Mantenimiento Industrial Web*. [En línea] Manenimiento Industrial Web, 14 de Junio de 2016. <https://mantenimientoindustrialweb.wordpress.com/2016/06/14/fiabilidad/>.

CHUMILLAS, José Bueno. 2009. *Teoría Análisis de Precios Unitarios*. Caracas : Distribuidora 3HP, 2009.

COMISIÓN ELECTROTÉCNICA INTERNACIONAL. 2000. Vocabulario. *NORMA CEI 60050-191*. 2000. Vol. 2.

DAVIES, Christopher. 2003. *The contribution of Lean Thinking to the maintenance of manufacturing system*. Tesis (Grado de Ph.D), Cranfield University, School of Industrial and Manufacturing Science. Cranfield : s.n., 2003. pág. 206.

ESCOBAR, Pamela. 2013. Revista M. *M Prende*. [En línea] 09 de Febrero de 2013. <http://mprende.co/derrumbe-paradigmas-y-revolucione-con-la-filosof%C3%ADa-kaikaku>.

ESPINOZA MONTES, Ciro. 2010. *Metodología de la investigación tecnológica.* Huancayo : Soluciones Gráficas S.A.C., 2010. ISBN 978-612-00-1667-1.

FAYEK AZIZ, Remon y MOHAMED HAFEZ, Sherif. 2013. *Applying Lean Thinking in Construction and performance improvement.* Tesis (Ingeniero en Energía), Alexandria University, Structural Engineering Department, Faculty of Engineering. Cairo : s.n., 2013. pág. 17.

GARCÍA GARRIDO, Santiago. 2003. *Organización y Gestión Integral de Mantenimiento.* Primera. Madrid : Díaz de Santos, 2003. pág. 304. Vol. 1.

GARCÍA, Vicente Granda. 2014. *Diseño e implementación de un plan de mantenimiento modificativo a los tanques de almacenamiento de Petroleo para EP-PETROECUADOR, estación de bombeo N°1Lago Agrio, según la normativa API 653.* Tesis (Ingeniero Mecánico), Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE, Departamento de Ciencias de la Energía y Mecánica. Sangolquí : s.n., 2014. pág. 18.

GEO TURORIALES. 2010. Gestión de Operaciones. *Blog de Gestión y Operaciones.* [En línea] 3 de Marzo de 2010. <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/como-hacer-un-diagrama-de-pareto-con-excel-2010/>.

GOMEZ SANCHEZ, Juan Pablo, MENDOZA CHANG, Diego Brando y PEREZ REYMUNDO, Jean Pierre. 2015. *Aplicación de Lean Construction para la Ejecución de un proyecto de Vivienda. Caso práctico "Edificio Murtua".* Tesis (Ingeniero Civil), Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Escuela profesional de Ingeniería Civil. Lima : s.n., 2015. pág. 187.

GUZMÁN TEJADA, Abner. 2014. *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos.* Tesis (Ingeniero Civil), Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería. Lima : s.n., 2014. pág. 127.

HAMED ISSA, Usama. 2013. *Implementation of Lean Construction techniques for minimizing risk effects on project construction time.* Tesis

(Ingeniero Civil), Alexadría University, Civil Engineering Department, Faculty of Engineering. Minia : s.n., 2013. pág. 16.

HERNANDEZ SAMPIERI, Roberto. 2014. *Metodología de la Investigación.* Mexico D.F. : McGraw-Hill, 2014. ISBN 978-1-4562-2396-0.

Integra MARKETS. 2015. GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO INDUSTRIAL. *Integra MARKETS.* [En línea] 2015. <http://integramarkets.com/>.

Koskela, Lauri. 1992. *Application of the New Production Philophi.* California : Stanford University, 1992. FIN-02044 VTT.

Kotler, Philip. 1999. *El Marketing según Kotler: Como crear, ganar y dominar los mercados.* Barcelona : Paidós Ibérica, 1999. ISBN 978-84-493-2477-2.

LEAN CONSTRUCTION INSTITUTE. 2007. *The Last Planner Production System Workbook.* Segunda. California : Lean Construcion Institute, 2007. pág. 82. Vol. I.

Lean Construction Tools. **HANNIS ANSAH, Richard, y otros. 2016.** [ed.] IEOM Society International. Detroit : s.n., 2016. Industrial Engineering and Operation Management. pág. 10.

Lean Thinking For Maintenance Process. **Sherif Mostafa, Sang-Heon Lee, Jantanee Dumrak, Nicholas Chileshe & Hassan Soltan. 2015.** 1, Adelaide : Taylor & Francis, 2015, Vol. 3. ISSN 2169-3277.

LLano, Miguel Urrutia y Jorge. 2011. Lean Construction Enterprise. *Lean Construction Enterprise.* [En línea] Lean Construction Enterprise, 2011. <http://www.leanconstructionenterprise.com/home>.

LOGICALIS Business and technology working as one. 2015. LOGICALIS. *LOGICALIS.* [En línea] 2015. [https://cdn2.hubspot.net/hubfs/273205/01-LOG/ANALYTICS/Ebooks%20y%20CTAs/Forecast%20de%20ventas/98_17_LOG_Forecast%20de%20Ventas%20\(1\).pdf](https://cdn2.hubspot.net/hubfs/273205/01-LOG/ANALYTICS/Ebooks%20y%20CTAs/Forecast%20de%20ventas/98_17_LOG_Forecast%20de%20Ventas%20(1).pdf).

Mike Rother, John Shook. 1999. *Learning to See: value-stream mapping to create value and eliminate muda.* Massachusetts : Brookline, 1999. ISBN 0-9667843-8-8.

Montalvá, Fernando. 2015. Progressa Lean. *Progressa Lean.* [En línea] 16 de Noviembre de 2015. [Citado el: 13 de Noviembre de 2015.] <http://www.progressalean.com/lean-construction-mejora-continua-sector-construccion/>.

Mostafa, Sherif, y otros. 2015. *Lean Thinking for a Maintenance Process.* Tesis (Ingeniero Mecánico), University of South Australia, Production Engineering and Mechanical Design Department. Adelaide : Taylor & Francis, 2015.

Oroz Tito, Carlos Fernando. 2015. *Aplicación de herramientas de planeamiento Look Ahead en construcción de proyecto inmobiliario multifamiliar de 10 pisos.* Tesis (Ingeniero Civil), Universidad Ricardo Palma, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Lima : s.n., 2015. pág. 161.

PEREIRA, Jorge E. 2013. MERCADERO. *MERCADERO.* [En línea] 30 de Enero de 2013. <http://www.mercadeo.com/blog/2013/01/%C2%BFque-es-el-know-how/>.

REAL ACADEMIA DE LA LENGUA ESPAÑOLA. 2009. Real Academia de la Lengua Española. *Nueva gramática de la lengua española.* [En línea] Real Academia de la Lengua Española, 2009. <http://lema.rae.es/dpd/srv/search?key=expectativa>.

Reguera, Belkys Torres. 2012. *Trabajos en Espacios Confinados.* Madrid : Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2012.

Samame, Roxana. 2016. BSGRUPO. *BSGRUPO.* [En línea] Octubre de 2016. <https://bsgrupo.com/bs-campus/blog/Que-es-Lean-Construction-o-Construccion-sin-Perdidas-83>.

SPC Consulting Group. 2013. SPC. *SPC Consulting Group.* [En línea] SPC GROUP, 25 de Febrero de 2013. <https://spcgroup.com.mx/7-mudas/>.

Spearman, Mark y Wallace Hopp. 2001. *Factory Physics: Foundation of Manufacturing Management*. New York : MCGRAW-HILL, 2001. ISBN 0-256-24795.

Tools, ISO. 2016. Seguridad y Salud Ocupacional y Medio Ambiente. *ISO Tools*. [En línea] 2 de Agosto de 2016. <https://www.isotools.org/2016/08/02/ssoma-seguridad-salud-medio-ambiente/>.

WOMACK, James P. y JONES, Daniel T. 2003. *LEAN THINKING, BANISH WASTE AND CREATE WEALTH IN YOUR CORPORATION*. New York : FREE PRESS, 2003. ISBN 0-7432-4827-5.

ZHANG, Lianying y CHEN, Xi. 2016. *Role of lean tools in supporting knowledge creation and performance in Lean Construction*. Tesis (Ingeniería), Tianjin University, College of Management and Economics. Tianjin : s.n., 2016. pág. 16.

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

PLAN DE CONTROL, BASADO EN LEAN THINKING, PARA REDUCCIÓN DE TIEMPOS DE EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE MANTENIMIENTO DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE HIDROCARBUROS EN LA REFINERÍA LA PAMPILLA							
REALIDA PROBLEMÁTICA	PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	Instrumentos de medición:	PARÁMETROS DE DISEÑO	
<p>En la Refinería La Pampilla, los procedimientos establecidos para realizar mantenimiento preventivo de equipos de almacenamiento de hidrocarburos se encuentran a cargo de empresas contratistas, las cuales siguen recomendaciones de las normas API 650 y API 653. Los procedimientos mencionados inciden en la eficiencia con la que se ejecutan las actividades, esto se traduce, en caso de ser positiva, en una reducción en el tiempo de ejecución la cual genera un aumento significativo en la rentabilidad final del proyecto para el ejecutor. La herramienta elegida para lograr reducir el tiempo de ejecución del proyecto de mantenimiento es la filosofía Lean Thinking. Sus aplicativos, Lean tool kit, Look Ahead, Value Stream Mapping, etc., permiten asociar las actividades que no generan valor en nuestro proyecto con el tipo de desperdicio establecido por la filosofía de modo que se puedan atacar los defectos en la ejecución del proyecto y mejorar su eficiencia.</p>	PROBLEMA GENERAL:	OBJETIVO GENERAL:	HIPÓTESIS GENERAL:	VARIABLES:		Los parámetros de diseño del presente proyecto están relacionados a los tiempos de ejecución de las actividades: -> Tiempos registrados de horas hombre y horas equipo -> Impacto de los desperdicios generados por las actividades que no generan valor en la entrega del proyecto de mantenimiento	
	¿De qué manera el plan de control basado en Lean Thinking reduce el tiempo de ejecución de un proyecto de mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos en la refinería la Pampilla – Ventanilla?	Reducir tiempos de ejecución del proyecto de mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos en la refinería La Pampilla, basando	La filosofía de LEAN THINKING reduce favorablemente el tiempo de ejecución de un proyecto de mantenimiento hidrocarburos de techo fijo para reducir los tiempos de ejecución	VI: Plan de control basado en Lean Thinking VD: Proyecto de mantenimiento de tanques de almacenamiento de hidrocarburos	-> Reportes de campo (control de hh) -> Look ahead		
	PROBLEMAS ESPECÍFICOS:	OBJETIVOS ESPECÍFICOS:	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:	DIMENSIONES		NIVELES DE INVESTIGACIÓN	TIPOS DE INVESTIGACIÓN
	¿Cómo las actividades que no generan valor en el de proyecto de mantenimiento se pueden aglomerar en los desperdicios establecidos por el LEAN THINKING?	Identificar las actividades que no generan valor en el proyecto de mantenimiento y aglomerarlos en los desperdicios establecidos por el Lean Thinking	Las actividades que no generan valor en el proyecto de mantenimiento pueden ser aglomerados en los desperdicios según Lean Thinking utilizando el método de causa raíz.	-> Desperdicios según LEAN THINKING -> Actividades que no generan valor	-> Reportes de campo (control de hh)	1. Según de los OBJETIVO del estudio 2. Según los medios de obtención de datos 3. Según el nivel de conocimientos y manipulación de variables 4. Según el nivel de medición y naturaleza de la investigación 5. Según Muestreo 6. Según tiempo	1. Aplicada 2. Bibliográfica y documentaria de campo 3. Descriptiva 4. Cuantitativa 5. De sujeto único 6. Sincrónica
	¿Cómo se cuantifican las actividades que no generan valor y se determina su carga e impacto a lo largo del proyecto?	Cuantificar los tiempos muertos y determinar carga e impacto a lo largo del proyecto.	La información de campo puede ser cuantificada utilizando reportes de campo. La carga e impacto de las actividades que no generan valor a lo largo del proyecto pueden ser visualizados mediante método de Pareto.	-> HH y HE de Actividades que no generan valor -> Impacto de actividades que no generan valor en el proyecto de mantenimiento	-> Reportes de campo (control de hh)		
¿Cómo mejorar la eficiencia en la ejecución del proyecto de mantenimiento?	Mejorar la eficiencia en la ejecución del proyecto de mantenimiento.	La eficiencia puede mejorar aplicando las herramientas de ofrecidas por el Lean Thinking (previamente seleccionadas), las cuales permiten planificar, programar y controlar el proyecto de mantenimiento.	-> Tiempos de ejecución de actividades en campo -> Look Ahead	-> Reportes de campo (control de hh)			
¿Cómo se puede mejorar el precio de venta de la hora compleja mediante la eliminación de actividades que no generan valor para el proyecto de mantenimiento?	Mejorar el precio de venta de la hora compleja mediante la eliminación de actividades que no generan valor.	La mejora del precio de venta está relacionada al aumento de eficiencia del proyecto de mantenimiento, por tanto la un mejor precio de venta puede ser calculado utilizando los datos de campo y precios unitarios del contrato.	-> HH totales invertidas en el proyecto -> Presupuesto del proyecto -> Costo de hora compleja	-> Reporte de horas hombre y horas equipo			

ANEXO N°1:

Pliego de condiciones Particulares, por cuestión de derechos y permisos, se resume el detalle a las líneas de contrato, su descripción y unidad de medida.

LÍNEA	Descripción	CANTIDAD	UNIDAD_MEDIDA	P/Unit Original
	PRELIMINARES			
1	Transporte (ida/vuelta), ubicación y retiro de facilidades, materiales, equipos y herramientas	20	GL	4264.87
2	Aislamiento de las Escuadras de drenaje	20	GL	513.84
3	Instalación de durmientes sobre las tuberías de la red Contra Incendio	229	M3	102.77
4	Instalar y retirar caseta provisionales: Oficina y almacén	610	UD	25.69
5	Instalación y posterior retiro de platos ciegos del Tanque	20	GL	2055.36
6	Cambio de posición de patas de un Techo Flotante	6	GL	363.97
7	Retiro y posterior reinstalación de las válvulas de alivio de un tanque	50	UD	196.97
8	Retiro y posterior reinstalación de accesorios del techo	30	GL	316.87
9	Apertura y posterior cierre de manholes del techo de tanques	20	GL	334
10	Apertura y posterior cierre de manholes del cilindro de tanques	20	GL	363.97
11	Retiro y posterior instalación de un agitador en del Tanque	10	UD	1198.96
	LIMPIEZA INTERIOR			
12	Trasiego de producto remanente de tanque a tanque o buzón, operación de bomba	30	DE	385.38
13	Instalación y posterior retiro de extractores de aire (mínimo 02 unidades) en manhole de techo o cilindro	150	UD	77.08
14	Instalación y posterior retiro de bomba para trasiego de producto	20	GL	942.04
15	Completar el trasegado y/o retiro de remanentes (sin ingreso al tanque, luego de la apertura de los manholes)	50	DE	402.51
16	Retiro y recuperación de producto y borra remanente del interior mediante cisterna con sistema de succión y descarga	500	M3	149.87
17	Retiro manual de borra y lodos remanentes del interior de tanques	250	M3	351.12
18	Lavado del fondo y primer anillo interior de tanques	10000	M2	4.71
19	Retiro, remoción y/o rasqueteo de remanentes sólidos del fondo	2385	M2	12.85
20	Limpieza de cordones de soldadura de fondos de tanques	2000	ML	6.42
21	Limpieza manual del cilindro interior del tanque	1000	M2	11.99
22	Limpieza de cordones de soldadura del cilindro interior de tanques	1000	ML	6.85
	FONDO			
23	Instalación y posterior retiro de sistema de iluminación interior de tanques	20	GL	351.12

24	Apertura y posterior cierre de Ventana en el techo del tanque	15	M2	171.28
25	Corte y retiro de muestras de planchas del fondo de tanques	300	KG	3.43
26	Instalación de sobre planchas en fondos de tanques	3000	KG	7.02
27	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1500	UD	2.06
28	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	3000	UD	1.97
29	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1500	UD	3.17
30	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	2500	UD	3.08
31	Reparación del cordón de soldadura de las planchas del fondo	500	ML	41.96
32	Instalación de topes exteriores ("Efes" o "Pianos")	500	UD	17.13
33	Elaboración de Ventana tipo Alcancía en el primer anillo (sólo bajo autorización del Supervisor de Contacto)	25	ML	66.8
34	Instalación de refuerzos (arriostres) interiores para evitar la deformación del cilindro durante el cambio parcial o total del fondo	6225	KG	3
35	Elaboración de Ventana de 5.50'x8.00' en zona indicada por Relapa (sólo bajo autorización del Supervisor de Contacto)	3	GL	1284.6
36	Retiro parcial o total de planchas centrales de fondo antiguas menor o igual a 20 m2	100	M2	53.95
37	Retiro parcial o total de planchas centrales de fondo antiguas mayor a 20 m2 y menor o igual a 100 m2	500	M2	53.1
38	Retiro parcial o total de planchas centrales de fondo antiguas mayor a 100 m2	1500	M2	43.68
39	Retiro parcial o total de planchas perimetrales de fondo antiguas	400	M2	77.08
40	Remoción parcial o total de la carpeta de sand oil antigua menor igual a 3 m3	10	M3	113.9
41	Remoción parcial o total de la carpeta de sand oil antigua mayor a 3 m3 y menor igual a 10 m3	25	M3	111.33
42	Remoción parcial o total de la carpeta de sand oil antigua mayor a 10 m3	110	M3	108.76
43	Remoción parcial o total de tierra de afirmado contaminado	540	M3	107.05
44	Aplicación parcial o total de tierra de afirmado nuevo	540	M3	102.77
45	Instalación de geomembrana, geotextil y confección de botas	14000	M2	20.13
46	Aplicación parcial o total de capa de Sand Oil nuevo menor igual a 3 m3	10	M3	726.23
47	Aplicación parcial o total de capa de Sand Oil nuevo mayor a 3 m3 y menor igual a 10 m3	25	M3	724.51
48	Aplicación parcial o total de capa de Sand Oil nuevo mayor a 10 m3	110	M3	721.09
49	Instalación parcial o total de planchas centrales nuevas de fondo menor o igual a 20 m2	100	M2	146.44
50	Instalación parcial o total de planchas centrales nuevas de fondo mayor a 20 m2 y menor o igual a 100 m2	500	M2	129.32
51	Instalación parcial o total de planchas centrales nuevas de fondo mayor a 100 m2	1500	M2	100.2
52	Instalación parcial o total de planchas perimetrales nuevas de fondo	400	M2	342.56
53	Reemplazo de sumidero de drenaje de fondo	1500	KG	10.96
54	Prefabricado e instalación de protectores para mangueras en patas de techos flotantes	25	UD	118.18
	CILINDRO			
55	Eliminación de rebabas o bordes filosos del cilindro del tanque	200	M2	33.4
56	Descubrir anillo de cimentación del tanque	200	ML	11.99

57	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1500	UD	2.4
58	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	3000	UD	2.23
59	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1500	UD	2.14
60	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	3000	UD	3.08
61	Reparación del cordón de soldadura de las planchas del cilindro	100	ML	45.39
62	Reemplazar sectores del alero (en tanques de techo flotante)	35	M2	202.11
63	Reemplazo parcial o total del anillo de rigidez	100	ML	89.07
64	Instalación de injertos en el cilindro	1000	KG	7.88
65	Limpieza y mantenimiento del sistema puesta a tierra de 01 tanque	10	GL	119.9
66	Retiro parcial o total del sello asfáltico o polimérico	500	ML	6.17
67	Reparación del anillo de cimentación	15	M3	770.76
68	Instalación de sello de poliuretano en pestaña del fondo (reemplaza al sello asfáltico)	500	ML	104.48
69	Retiro de cartelas y soportes antiguos	500	KG	3.43
70	En reboses del tanque: Reemplazo de niple de 4"Ø	2	UD	145.59
71	En reboses del tanque: Reemplazo de codo de 4"Ø	2	UD	149.87
72	En reboses del tanque: Reemplazo de brida de 4"Ø	2	UD	104.48
73	En reboses del tanque: Reemplazo de niple de 6"Ø	1	UD	239.79
74	En reboses del tanque: Reemplazo de codo de 6"Ø	1	UD	248.36
75	En reboses del tanque: Reemplazo de brida de 6"Ø	1	UD	128.46
76	En reboses del tanque: Reemplazo de niple de 8"Ø	1	UD	342.56
77	En reboses del tanque: Reemplazo de codo de 8"Ø	1	UD	342.56
78	En reboses del tanque: Reemplazo de brida de 8"Ø	1	UD	158.43
79	En reboses del tanque: Recargue de soldadura en reboso del tanque	20	ML	49.67
80	Retiro de reboso e instalación de injerto en el cilindro	120	KG	8.14
	TECHO FIJO			
81	Instalación de sobre planchas en el techo	50	M2	201.25
82	Retiro parcial o total de planchas antiguas del techo	250	M2	34.26
83	Retiro parcial o total de columnas centrales y/o perimétricas del techo	500	KG	3.85
84	Retiro parcial o total de Vigas Radiales del techo	500	KG	4.11
85	Instalación parcial o total de Vigas Radiales del techo	500	KG	7.28
86	Instalación de Columnas Centrales y/o perimétricas del techo	500	KG	6.17
87	Instalación de refuerzos (arriostres) interiores para evitar la deformación del cilindro durante el cambio parcial o total del techo	1000	KG	3.51
88	Instalación parcial o total de planchas nuevas de techos de tanques	200	M2	113.04
89	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1000	UD	2.31
90	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	3000	UD	2.14
91	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1000	UD	3.25
92	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	3000	UD	3.17
93	Reparación del cordón de soldadura de las planchas del techo	100	ML	41.96

	TECHO FLOTANTE			
94	Instalación de pasa pontón y sistema antirotacional del techo	12	GL	5309.68
95	Limpieza del techo flotante	10000	M2	3.94
96	Apertura de ventana en el techo	5	M2	98.49
97	Retiro de planchas antiguas del techo	5000	KG	1.24
98	Instalación de planchas nuevas del techo	5000	KG	4.8
99	Instalación de refuerzos para cambio de planchas de techo	3000	KG	3.08
100	Reemplazo de ángulos de soporte de drenajes de emergencia	5	ML	27.4
101	Reemplazo de mallas de A. Inox. superior e inferior de drenajes de emergencia	3	M2	304.02
102	Reemplazar empaquetaduras drenajes de emergencia	4	UD	47.1
103	Limpieza interior de pontones para efectos de evaluación	300	M2	5.22
104	Reemplazar plancha de confinamiento de espuma	40	M2	174.71
105	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1500	UD	2.31
106	Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	3000	UD	2.14
107	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, menor igual a 1500 pits	1500	UD	3.17
108	Relleno y posterior esmerilado de pits en zonas indicadas, considerar un área de 1"x1" por pit, mayor a 1500 pits	3000	UD	3.08
109	Reparación del cordón de soldadura de las planchas del techo	400	ML	39.39
110	Mantenimiento del sistema Antirotacional del techo flotante	4	GL	1370.24
111	Retiro de sello de techo flotante	480	ML	35.11
112	Mantenimiento de elementos del sello del techo flotante	480	ML	51.38
113	Reubicación de soportes y guías de sello de techo flotante	4	GL	1498.7
114	Prueba neumática de Pontones	100	UD	492.43
115	Instalación de componentes de sellos de techos flotantes	480	ML	60.8
116	Suministro de zapata (en acero galvanizado) para reemplazo	25	M2	178.13
117	Retiro del Sistema de Drenaje del Techo Flotante	4	UD	351.12
118	Mantenimiento del Sistema de drenaje del Techo Flotante	4	GL	483.87
119	Instalación del Sistema de Drenaje del Techo Flotante	4	UD	740.79
120	Reemplazo de Sumidero de Techo Flotante	4	UD	2012.54
121	Mantenimiento y reparación de respiraderos automáticos del Techo Flotante	8	UD	143.88
122	Mantenimiento de líneas a tierra del techo, sello y escalera basculante	4	GL	411.07
	ESCALERAS, BARANDAS Y PASARELAS			
123	Retiro de Escalera Tipo Caracol de Tanques (Escalera Rusa)	2	UD	3339.96
124	Retiro de Base de Concreto de Escalera Tipo Caracol (Escalera Rusa)	10	M3	342.56
125	Retiro de peldaños (de plancha estriada) de la escalera helicoidal y/o pasarelas	300	UD	21.41
126	Prefabricado, presentación e instalación de escalera helicoidal según estándar Repsol	3000	KG	8.14
127	Retiro de Plataforma Antigua (corte en el sitio)	4000	KG	2.57
128	Retiro integral de barandas y plataformas de techo	6000	KG	2.36

129	Suministro e instalación de peldaños (tipo rejilla antideslizante)	150	UD	233.8
130	Instalación de peldaños (tipo rejilla antideslizante)	300	UD	85.64
131	Instalación de parrilla antideslizante para plataforma de techo, descansos de escalera y/o pasarelas	100	M2	402.51
132	Instalación de estructura soporte de plataformas de techo, descansos de escaleras o pasarelas	4000	KG	6.85
133	Reemplazo de rodapié de pasarelas, barandas y descansos	800	ML	18.84
134	Reemplazo de pasamanos de baranda en pasarelas, plataformas o escaleras helicoidales	600	ML	22.27
135	Reemplazo de soporte intermedio (horizontal) de barandas	500	ML	13.7
136	Reemplazo de soportes tipo bastón, de peldaños de escaleras helicoidales	300	ML	18.84
137	Reemplazo de soportes verticales de barandas	100	ML	22.69
138	Prefabricado, presentación e Instalación de barandas de plataformas de techo o perimetrales del mismo, descansos de escaleras helicoidales o pasarelas.	4500	KG	6.59
139	Reemplazo parcial de barandas de plataformas de techo o perimetrales del mismo, descansos de escaleras helicoidales o pasarelas.	1000	KG	6.59
140	Retiro y reinstalación de la escalera Basculante de un Tanque de Techo Flotante (Incluir Plano Típico de Escalera)	4	GL	2312.28
141	Reemplazo de eje pivote inferior y/o superior de escalera basculante	2	GL	1164.7
142	Reemplazo de malla del carril de la Escalera Basculante	20	M2	149.87
143	Reemplazo de Rodaje o Bocina de ruedas y apoyos de Escalera Basculante	6	UD	650.86
144	Construcción de base de concreto en Escaleras Helicoidales y Pasarelas	5	M3	1181.83
	SISTEMA DE MEDICIÓN DE NIVEL Y TEMPERATURA			
145	Retiro y posterior reinstalación de instrumento de nivel (tipo radar o palpador)	9	UD	214.1
146	Desmontaje de sistema mecánico de medición de nivel (Medidor Sakura tipo wincha)	9	UD	325.43
147	Instalación de soportes en escalera helicoidal y/o barandas de techo para bandeja de cables	100	ML	32.54
148	Instalación de soportes para bandejas de cables en periferia del Tanque	15	UD	118.18
149	Instalación de arreglo para termopozo	8	GL	85.64
150	Prefabricado, presentación e instalación de toma muestra según estándar Repsol	5	UD	1061.94
	TUBO AQUIETADOR Y MEDICIÓN			
151	Retiro y reubicación de tubo de medición y/o aquietador	50	ML	128.46
152	Prefabricación de tubo aquietador y/o medición y elementos de sujeción	100	ML	145.59
153	Instalación de tubo aquietador y/o medición y elementos de sujeción	100	ML	77.08
154	Ampliación de agujeros de tubo aquietador y/o medición	75	ML	51.38
	SISTEMA CONTRA INCENDIO			
155	Arreglos para cambio de modelo de cámara de espuma en tanque de techo fijo	10	UD	428.2
156	Soldeo de soportes del sistema de enfriamiento y retiro de soportes antiguos	80	UD	124.18
157	Independizar las acometidas verticales del Sistema Contra Incendio y de Enfriamiento	40	UD	128.46

	SÁBANAS FLOTANTES			
158	Desmontaje integral o parcial de Sábana Flotante de Ø40 m o menos. de un tanque	3600	M2	7.71
159	Instalación y posterior retiro de facilidades para armado de sábana flotante de Ø40.00 m o menos	2	GL	1969.72
160	Prefabricado de facilidades para instalación de sábana flotante (soporte de pontones o caballetes)	2000	KG	5.82
161	Suministro de separadores de Vigas de sábana	100	UD	32.54
162	Presentación de sábana flotante para revisión y/o Inspección	2	GL	1027.68
163	Instalación de cables antirotacional y de tierra	4	GL	590.92
164	Informe de actividades de armado de una Sábana Flotante en un tanque	2	GL	770.76
165	Suministro de accesorios faltantes de sábana flotante	50	KG	68.51
166	Montaje integral o parcial de sábana flotante de Ø40 m o menos, de acuerdo a procedimiento de Relapasa	3600	M2	39.39
167	Mantenimiento de ULTRAVENT (Desmontaje, montaje y cambio de pernos y malla)	24	UD	265.48
	SERPENTIN DE VAPOR			
168	Retiro y posterior reinstalación de componentes para reemplazo de planchas de fondo	2000	KG	3.17
169	Limpieza del Serpentín de Calentamiento	1	GL	462.46
170	Reemplazo de componentes (codos, líneas, soportes) del Serpentín de Calentamiento	2000	KG	5.4
171	Instalación y soldeo de sobreplanchas de soportes de serpentín de calentamiento	100	KG	5.57
172	Prueba hidrostática de serpentín de Calentamiento	1	UD	385.38
173	Mantenimiento de manifold de vapor y de retorno de condensado	4	GL	274.05
174	Mantenimiento de haz de tubos aleteados longitudinales	24	UD	616.61
	CALENTADOR DE SUCCIÓN			
175	Retiro y posterior reinstalación del calentador de succión	1	GL	770.76
176	Prueba hidrostática de tubos del calentador de succión	1	GL	385.38
177	Lavado exterior e interior de tubos del calentador de succión	1	GL	522.4
178	Desatoro (interior) de tubos del calentador de succión	250	UD	15.42
	SUCCION FLOTANTE			
179	Retiro y posterior reinstalación de la succión flotante de un tanque	2	UD	428.2
180	Recargue de cordón de soldadura de la succión flotante (soldadura de aluminio)	10	ML	111.33
181	Mantenimiento de componentes de la Succión Flotante	2	GL	239.79
	MISCELANEOS			
182	Reemplazo de soporte de concreto de líneas de Procesos y Contra Incendio	25	M3	1057.65
183	Reparación de soporte de concreto de líneas de Procesos y Contra Incendio	20	M3	1087.63
184	Retiro de soportes de concreto antiguos	15	UD	90.78
185	Resane de soportes de concreto de líneas de Procesos y Contra Incendio	30	M2	77.08

186	Alquiler de balso unipersonal	20	DE	342.56
187	Alquiler de balso bipersonal	10	DE	351.12
188	Alquiler de balso de 4 a 6 m de longitud	5	DE	359.69
189	Mantenimiento de tapa de punto de medición y toma muestra (Tipo Varec)	7	UD	55.67
190	Mantenimiento de Spring Hangers de Líneas	5	UD	513.84
191	Mantenimiento Tipo I de válvulas de hasta Ø2" inclusive	2	UD	42.82
192	Mantenimiento Tipo I de válvulas desde Ø3" hasta Ø4" inclusive	9	UD	59.95
193	Mantenimiento Tipo I de válvulas desde Ø6" hasta Ø8" inclusive	14	UD	107.05
194	Mantenimiento Tipo I de válvulas desde Ø10" hasta Ø12" inclusive	3	UD	128.46
195	Mantenimiento Tipo I de válvulas desde Ø14" hasta Ø18" inclusive	5	UD	179.84
196	Mantenimiento Tipo I de válvula desde Ø20" a mas	3	UD	256.92
197	Mantenimiento Tipo II de válvulas de hasta Ø2" inclusive	2	UD	119.9
198	Mantenimiento Tipo II de válvulas desde Ø3" hasta Ø4" inclusive	9	UD	158.43
199	Mantenimiento Tipo II de válvulas desde Ø6" hasta Ø8" inclusive	14	UD	256.92
200	Mantenimiento Tipo II de válvulas desde Ø10" hasta Ø12" inclusive	3	UD	385.38
201	Mantenimiento Tipo II de válvulas desde Ø14" hasta Ø18" inclusive	5	UD	603.76
202	Mantenimiento Tipo II de válvula desde Ø20" a mas	3	UD	659.43
203	Reempacado de Gland de válvulas de hasta Ø2" inclusive	2	UD	38.54
204	Reempacado de Gland de válvulas desde Ø3" hasta Ø4" inclusive	9	UD	42.82
205	Reempacado de Gland de válvulas desde Ø6" hasta Ø8" inclusive	14	UD	53.1
206	Reempacado de Gland de válvulas desde Ø10" hasta Ø12" inclusive	3	UD	145.59
207	Reempacado de Gland de válvulas desde Ø14" hasta Ø18" inclusive	5	UD	147.3
208	Reempacado de Gland de válvula desde Ø20" a mas	3	UD	175.56
209	Asentado de válvulas de hasta Ø2" inclusive	2	UD	44.53
210	Asentado de válvulas desde Ø3" hasta Ø4" inclusive	9	UD	72.79
211	Asentado de válvulas desde Ø6" hasta Ø8" inclusive	14	UD	94.2
212	Asentado de válvulas desde Ø10" hasta Ø12" inclusive	3	UD	123.32
213	Asentado de válvulas desde Ø14" hasta Ø18" inclusive	5	UD	175.56
214	Asentado de válvula desde Ø20" a mas	3	UD	239.79
215	Prueba hidrostática de válvula desde Ø2" (inclusive) hasta Ø4" inclusive	14	UD	78.79
216	Prueba hidrostática de válvulas desde Ø6" hasta Ø8" inclusive	10	UD	115.61
217	Prueba hidrostática de válvulas desde Ø10" hasta Ø12" inclusive	6	UD	154.15
218	Prueba hidrostática de válvulas desde Ø14" hasta Ø16" inclusive	3	UD	175.56
219	Prueba hidrostática de válvulas desde Ø18" hasta Ø24" inclusive	3	UD	231.23
220	Prueba hidrostática de válvulas desde Ø26" (inclusive) hasta Ø34" inclusive	2	UD	368.25
221	Mantenimiento de accesorios del sistema de retorno de condensado de 01 Tanque	5	UD	132.74
222	Reemplazo de válvula o junta de expansión hasta de Ø2" inclusive	5	UD	102.77
223	Reemplazo de válvula o junta de expansión desde Ø3" hasta Ø4" inclusive	20	UD	115.61
224	Reemplazo de válvula o junta de expansión desde Ø6" hasta Ø8" inclusive	10	UD	149.87
225	Reemplazo de válvula o junta de expansión desde Ø10" hasta Ø12" inclusive	5	UD	256.92

226	Reemplazo de válvula o junta de expansión desde Ø14" hasta Ø24" inclusive	3	UD	428.2
227	Reemplazo de válvula o junta de expansión desde Ø26" hasta Ø34" inclusive	3	UD	813.58
228	Mantenimiento de junta expansión desde Ø6" hasta Ø8" inclusive (Incluye Prueba Hidrostática)	5	UD	235.51
229	Mantenimiento de junta de expansión desde Ø10" hasta Ø12" inclusive (Incluye Prueba Hidrostática)	5	UD	385.38
230	Mantenimiento de junta de expansión desde Ø14" hasta Ø16" inclusive (Incluye Prueba Hidrostática)	5	UD	428.2
231	Prueba Hidrostática de la Esfera 1	1	GL	1550.08
232	Prueba Hidrostática de la Esfera 2	1	GL	1798.44
233	Prueba Hidrostática de la Esfera 4	1	GL	1824.13
	PREFABRICADOS MAYORES A 3M. DE LONG			
234	Trabajos de Prefabricados de tuberías de A/C hasta Ø3" inclusive	5000	KG	8.56
235	Trabajos de Prefabricados de tuberías de A/C desde Ø4" hasta Ø6" inclusive	5000	KG	7.54
236	Trabajos de Prefabricados de tuberías de A/C desde Ø8" hasta Ø10" inclusive	1180	KG	7.37
237	Trabajos de Prefabricados de tuberías de A/C desde Ø12" hasta Ø14" inclusive	2000	KG	6.85
238	Trabajos de Prefabricados de tuberías de A/C desde Ø16" hasta Ø20" inclusive	1000	KG	5.4
239	Trabajos de Prefabricados de tuberías de A/C desde Ø22" hasta Ø34" inclusive	1000	KG	5.35
240	Trabajos de Prefabricados de estructuras metálicas de A/C	10000	KG	6.42
	PREFABRICADOS MENORES A 3M. DE LONG			
241	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch40 para los tamaños: 1/2" - 3"	150	UD	8.14
242	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch40 para los tamaños: 4" - 8"	150	UD	22.27
243	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch40 para los tamaños: 10" - 14"	50	UD	41.11
244	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch40 para los tamaños: 16" - 24"	25	UD	66.8
245	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch80 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	8.14
246	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch80 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	12.85
247	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch80 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	31.26
248	Corte de tubería con sierra o cortatubo, sierra neumática Sch80 para los tamaños: 10" - 12"	75	UD	42.82
249	Corte de tubería con soplete Sch40 para los tamaños: 1/2" - 3"	150	UD	7.28
250	Corte de tubería con soplete Sch40 para los tamaños: 4" - 8"	150	UD	18.84
251	Corte de tubería con soplete Sch40 para los tamaños: 10" - 14"	50	UD	36.83
252	Corte de tubería con soplete Sch40 para los tamaños: 16" - 24"	25	UD	56.52
253	Corte de tubería con soplete Sch80 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	6.17
254	Corte de tubería con soplete Sch80 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	11.13
255	Corte de tubería con soplete Sch80 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	23.55
256	Corte de tubería con soplete Sch80 para los tamaños: 10" - 12"	37.5	UD	36.83
257	Corte de tubería con esmeril Sch40 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	6.85

258	Corte de tubería con esmeril Sch40 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	11.99
259	Corte de tubería con esmeril Sch40 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	24.84
260	Corte de tubería con esmeril Sch40 para los tamaños: 10" - 12"	37.5	UD	37.68
261	Corte de tubería con esmeril Sch80 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	7.71
262	Corte de tubería con esmeril Sch80 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	11.22
263	Corte de tubería con esmeril Sch80 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	24.49
264	Corte de tubería con esmeril Sch80 para los tamaños: 10" - 12"	37.5	UD	37
265	Biselado de tuberías con esmeril Sch40 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	5.57
266	Biselado de tuberías con esmeril Sch40 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	11.56
267	Biselado de tuberías con esmeril Sch40 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	23.98
268	Biselado de tuberías con esmeril Sch40 para los tamaños: 10" - 12"	37.5	UD	35.97
269	Biselado de tuberías con esmeril Sch80 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	5.57
270	Biselado de tuberías con esmeril Sch80 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	11.99
271	Biselado de tuberías con esmeril Sch80 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	24.41
272	Biselado de tuberías con esmeril Sch80 para los tamaños: 10" - 12"	37.5	UD	36.4
273	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	37.68
274	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	65.09
275	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	114.76
276	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 10" - 12"	37.5	UD	186.7
277	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 14" - 16"	22.5	UD	292.89
278	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	150	UD	40.25
279	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 2" - 4"	150	UD	70.22
280	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 6" - 8"	75	UD	115.61
281	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 10" - 12"	37.5	UD	196.97
282	Soldeo de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 14" - 16"	22.5	UD	325.43
283	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	300	ML	7.71
284	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 2" - 4"	750	ML	11.3
285	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 6" - 8"	300	ML	17.13
286	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 10" - 12"	150	ML	22.27
287	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch40 para los tamaños: 14" - 16"	75	ML	25.26
288	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 1/2" - 1 1/2"	300	ML	7.88
289	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 2" - 4"	750	ML	11.3
290	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 6" - 8"	300	ML	17.13
291	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 10" - 12"	150	ML	22.27
292	Traslado, izaje y presentación de tuberías acero al carbono Sch80 para los tamaños: 14" - 16"	75	ML	25.26
293	Rolado de planchas, ángulos y vigas de acero al carbono de 1/8" hasta 1"	3500	KG	3

294	Administración de materiales	51422	UD	1
OBRAS CIVILES				
295	Reparación de superficie interna de cemento de buzón	20	M2	72.79
296	Reemplazo de buzones de concreto	10	M3	1241.78
297	Reemplazo de tubería de concreto de 100mm diámetro	10	ML	81.36
298	Reemplazo de tubería de concreto de 150mm diámetro	10	ML	94.2
299	Reemplazo de tubería de concreto de 200mm diámetro	10	ML	105.34
300	Reemplazo de tubería de concreto de 250mm diámetro	10	ML	118.18
301	Reemplazo de tubería de concreto de 300mm diámetro	10	ML	152.44
302	Reemplazo de tubería de concreto de 350mm diámetro	10	ML	192.69
303	Reemplazo de tubería de concreto de 400mm diámetro	10	ML	231.23
304	Excavación en perímetro del tanque para instalación de anillo de cimentación	500	M3	94.2
305	Instalación de armadura de fierro	48000	KG	6.34
306	Encofrado y posterior desencofrado para aplicación de concreto en anillo de cimentación.	1120	M2	85.64
307	Aplicación de concreto (vaciado) en anillo perimetral de cimentación del tanque	177.43	M3	436.76
APOYOS A INSPECCION				
308	Prueba de Kerosene en tanques de hasta Ø15m inclusive	18	GL	265.48
309	Prueba de Kerosene en tanques desde Ø15m hasta Ø30m inclusive	18	GL	436.76
310	Prueba de Kerosene en tanques de mas de Ø30m	18	GL	590.92
OTROS				
311	Servicio de gestión de contrato	24	MS	73992.96
312	Lavado de arena para Sand Oil	70	M3	214.1
313	Secado de arena para Sand Oil	70	M3	102.77
314	Instalación de sello asfáltico	1000	ML	22.69
315	Instalación de sello secundario de techo flotante	3000	ML	48.81
316	Prueba de compactación de afirmado	20	UD	299.74
317	Aplicación de compuesto poliméricos	100	M2	368.25
318	Reparación de geomembrana y/o geotextil	500	M2	64.23
319	Cambio parcial de plancha de cilindro	2000	KG	7.28
320	Instalación de sobre planchas en el cilindro	1000	KG	6.42
321	Instalación de pivot master	2000	KG	3.21
322	Prueba neumática de refuerzos de boquillas	30	UD	214.1
323	Alquiler de grupo electrógeno	90	DE	385.38
324	Cambio parcial o total de pernería de sabana flotante.	1500	UD	10.28

ANEXO N°2: Alcance del proyecto (Otorgado por el cliente)

I. ALCANCE

I.1. DECLARACIÓN DE ALCANCE

El alcance estimado es el siguiente:

- ✓ TRABAJOS PRELIMINARES: prefabricado de planchas de fondo nuevas, traslado de facilidades y lavado interior.
- ✓ FONDO: adecuación a norma Repsol, reemplazo de afirmado y sand oil, posible reparación de anillo de cimentación y pintado de fondo del tanque 100%.
- ✓ CILINDRO: limpieza y relleno de pits, rebabas, cordones de soldadura y socavaciones. Pintado de 38.5 m2 del primer anillo del cilindro interior y del 100% del cilindro exterior.
- ✓ TECHO: limpieza y relleno de pits, rebabas, cordones de soldadura, instalación de sobre planchas e instalación de baranda perimetral. Pintado 100% del techo exterior.
- ✓ MISCELANEOS: mantenimiento de líneas y válvulas, mantenimiento y calibración de instrumentos, mantenimiento del sistema de línea a tierra. Pintado de 100%, reparación de escalera helicoidal y plataforma superior; así como a las líneas de procesos y sistema contra incendio.

◇ MODIFICACIONES

- ✓ Impermeabilización del fondo de tanque de acuerdo a especificaciones Repsol incluyendo sistema de detección de fugas PE-Q-0300.01 (RLP-00008).
- ✓ Adecuación a estándar de los tubos de medición y/o aquietador a especificación Repsol PE-D-0100.03 (RLP-00249).
- ✓ Adecuación de termopozo a especificación Repsol PE-D-0100.02 (RLP-00249).

I.2. DETALLE DE TRABAJOS

1. ACTIVIDADES PRELIMINARES

- 1.1. Transporte y ubicación de facilidades, materiales, equipos y herramientas
- 1.2. Aislamiento de escuadras de drenajes
- 1.3. Instalar y retirar caseta provisional; oficina y almacén
- 1.4. Retiro e instalación de accesorios de techo (Incluye instrumentos)
- 1.5. Lavado de arena para sand oil

2. EJECUCIÓN

2.1. LIMPIEZA INTERIOR FONDO Y TECHO

- 2.1.1. Instalación de sistema de iluminación
- 2.1.2. Limpieza de techo fijo
- 2.1.3. Retiro de sello asfáltico (100%) 77 ml.

2.2. INSPECCIÓN

2.2.1. FONDO

- 2.2.1.1. Realizar END de tintes penetrantes en soldadura de nuevas planchas
- 2.2.1.2. Verificación de inclinación de nuevo fondo (inclinación 1:30).
- 2.2.1.3. Prueba de vacío y ultrasonido a nuevas planchas de fondo.

2.2.2. TECHO EXTERIOR

- 2.2.2.1. Inspección visual, prueba de impacto y calibración de espesores de las planchas del techo.

- 2.2.2.2. Calificación de los cordones de soldadura, mediante el END de vacío, de las sobre planchas instaladas y recargues de soldadura.

2.2.3. TECHO INTERIOR

- 2.2.3.1. Montaje de andamio rodante interior para inspección.
- 2.2.3.2. Inspección visual de techo (vigas perimetrales y centrales).
- 2.2.3.3. Desmontaje de andamio rodante interior para inspección.

2.2.4. CILINDRO

- 2.2.4.1. Prueba de radiografía de ventana del cilindro.
- 2.2.4.2. Realizar END de tintes penetrantes, después del retiro de rebabas de la escalera.
- 2.2.4.3. Inspección de junta soldada y borde exterior del tanque.

2.3. MANTENIMIENTO

2.3.1. TRABAJOS METALMECANICOS

2.3.1.1. FONDO

- 2.3.1.1.1. Instalación de 77 topes exteriores ("efes" o "pianos").
- 2.3.1.1.2. Instalación de refuerzos (arriostres) interiores para evitar deformación del cilindro durante cambio parcial o total del fondo.
- 2.3.1.1.3. Apertura de ventana de 5.5' x 8' en zona indicada por RELAPASA (solo bajo autorización del supervisor de contacto).
- 2.3.1.1.4. Retiro total de planchas centrales de fondo antiguas (aprox. 406 m2).
- 2.3.1.1.5. Retiro total de planchas perimetrales de fondos antiguos (aprox. 61 m2).
- 2.3.1.1.6. Retiro total de capa de sand oil (23.4 m3).
- 2.3.1.1.7. Retiro de carpeta de afirmado (233.5m3).
- 2.3.1.1.8. Instalación de sistema de detección de fugas (05 testigos)
- 2.3.1.1.9. Impermeabilización de fondo de tanque (Aprox. 490 m2).
- 2.3.1.1.10. Aplicación de nueva carpeta de afirmado (233.5 m3).
- 2.3.1.1.11. Prueba de compactación del afirmado al 95%
- 2.3.1.1.12. Aplicación total de capa de sand oil nuevo (23.4 m3).
- 2.3.1.1.13. Instalación de planchas perimetrales nuevas de fondo (aprox. 61 m2).
- 2.3.1.1.14. Instalación de planchas centrales nuevas del fondo (Aprox. 406 m2).
- 2.3.1.1.15. Prueba de kerosene en tanque (aprox. 77 ml).
- 2.3.1.1.16. Reemplazo de sumidero de drenaje de fondo.

2.3.1.2. TECHO FIJO

- 2.3.1.2.1. Instalación de sobreplanchas en el techo. (aprox. 2m2).
- 2.3.1.2.2. Efectuar recargue con soldadura en siete (07) sectores de cordones de soldadura (total=1600mm aprox.) que presentan socavación por corrosión severa. Emplear electrodo AWS E7018.
- 2.3.1.2.3. Retirar las conexiones de Ø1" y Ø1½" del sistema de medición de nivel por winche que ingresan al techo. En la zona, soldar "injerto"

- de 200 x 400mm aprox. Emplear plancha ASTM A36 de 3/16" de espesor y electrodo AWS E7018.
- 2.3.1.2.4. Efectuar reemplazo de la malla de protección, anillo de sujeción y 18 espárragos de Ø 7/8" x 80mm. del venteo central tipo cuello de cisne.
- 2.3.1.2.5. Manhole lado norte (Ø24"): efectuar el reemplazo de todos sus espárragos (Ø ¾" x 60mm.)
- 2.3.1.2.6. Manhole lado sur (Ø24"): reemplazar tapa donde se encuentra montado, el medidor de nivel automático y la alarma de alta, por otra nueva. Emplear plancha ASTM A36 de ¼" de espesor. Reemplazar todos sus espárragos. Efectuar el retiro del zuncho de sujeción de bandejas de cables de instrumentos.
- 2.3.1.2.7. Retirar la toma-muestras fuera de especificación, efectuando corte de un sector de la plancha del techo que lo contiene. Posteriormente, efectuar el soldeo de un "injerto" de Ø150mm, en dicho sector. Emplear plancha ASTM A36 de 3/16" de espesor y electrodo AWS E7018. Los cordones de soldadura, serán calificados mediante el END de vacío.
- 2.3.1.2.8. Instalar boquilla de Ø4"x300#, en la zona de la plataforma de muestreo, donde se montará la alarma de nivel alto. De acuerdo a especificación Repsol.
- 2.3.1.2.9. Efectuar construcción de nuevo toma-muestras, según especificación Repsol PE-D-0100.03. Deberá instalarse sobre boquilla superior de tubo quietador nuevo, ubicado en la plataforma de muestreo.
- 2.3.1.2.10. Reparación interior del techo, después de inspección.
- 2.3.1.2.11. Prefabricar e instalar nueva plataforma de muestreo.
- 2.3.1.2.12. Retiro integral de barandas y plataformas de techo.
- 2.3.1.2.13. Prefabricado, presentación e instalación de barandas de plataforma de techo.
- 2.3.1.2.14. Instalación de nuevas barandas perimetrales en el techo.
- 2.3.1.2.15. Efectuar mantenimiento al medidor de nivel automático y la alarma de alto nivel. Coordinar con el área de instrumentación.
- 2.3.1.2.16. Reinstalación de instrumentos de nivel y temperatura. (Inst)
- 2.3.1.2.17. Reinstalación de cableado de instrumentación.
- 2.3.1.3. ESCALERA HELICOIDAL Y PLATAFORMA DE TECHO**
- 2.3.1.3.1. Reparación, mantenimiento y pintura de peldaños de escalera helicoidal.
- 2.3.1.3.2. Reparación y mantenimiento de plataforma antigua (corte en sitio).
- 2.3.1.3.3. Montaje de andamio exterior para trabajos en la escalera helicoidal.
- 2.3.1.3.4. Eliminar rebabas de la escalera.
- 2.3.1.3.5. Arenado y pintado de peldaños. Reemplazo de peldaños en mal estado.

- 2.3.1.3.6. Instalación de parrilla antideslizante para plataforma de techo.
- 2.3.1.3.7. Instalación de rodapié de pasarelas, barandas y descansos.
- 2.3.1.3.8. Mantenimiento de pasamanos de barandas en pasarelas, plataformas o escaleras helicoidales.
- 2.3.1.3.9. Mantenimiento de soportes verticales de barandas.
- 2.3.1.3.10. Reparación de base de concreto en escalera helicoidal.
- 2.3.1.4. ESCALERAS Y PLATAFORMAS DE ACCESO**
- 2.3.1.4.1. Escalera metálica de acceso del lado este del cubeto:
- 2.3.1.4.1.1. Adecuar la escalera, según especificación Repsol.
- 2.3.1.4.1.2. Instalar base de concreto en la zona inferior de la estructura soporte (exterior).
- 2.3.1.4.1.3. Efectuar el repintado de la escalera.
- 2.3.1.4.2. Escalera de acceso a cubeto del lado sur (1er tramo - metálico):
- 2.3.1.4.2.1. Adecuar la escalera, según especificación Repsol.
- 2.3.1.4.2.2. Instalar base de concreto en la zona inferior de la estructura soporte (exterior).
- 2.3.1.4.2.3. Efectuar el repintado de la escalera.
- 2.3.1.4.3. Escalera de acceso a cubeto del lado sur (2do tramo - concreto):
- 2.3.1.4.3.1. Estandarizar la altura de todos los peldaños de concreto.
- 2.3.1.4.3.2. Anclar adecuadamente la baranda del lado este y reemplazar un tramo de 2.0 m, por otro de altura adecuada.
- 2.3.1.4.3.3. Prefabricar e instalar baranda en el lado oeste de la escalera.
- 2.3.1.4.3.4. Efectuar el pintado de las barandas.
- 2.3.1.4.4. Escalera de acceso a cubeto del lado sur (3er tramo - metálico):
- 2.3.1.4.4.1. Adecuar la escalera, según especificación Repsol.
- 2.3.1.4.5. Escalera cruza líneas de producto (lado sur del cubeto):
- 2.3.1.4.5.1. Adecuar la escalera, según especificación Repsol.
- 2.3.1.4.5.2. Efectuar el pintado de la escalera.
- 2.3.1.4.6. Escalera cruza líneas de inyección de espuma (lado sureste del cubeto):
- 2.3.1.4.6.1. Adecuar la escalera, según especificación Repsol.
- 2.3.1.4.6.2. Instalar base de concreto en la zona inferior de la estructura soporte (lado este).
- 2.3.1.4.6.3. Efectuar el pintado de la escalera.
- 2.3.1.4.7. Escalera de acceso a volante de válvulas (lado oeste del tanque):
- 2.3.1.4.7.1. Adecuar la escalera, según especificación Repsol.
- 2.3.1.4.7.2. Efectuar el pintado de la escalera.
- 2.3.1.5. CILINDRO EXTERIOR**
- 2.3.1.5.1. Montaje de andamio exterior para trabajos de resane y eliminación de rebabas.
- 2.3.1.5.2. Limpieza mecánica de pits en zonas indicadas (aprox. 100 EA).

- 2.3.1.5.3. Eliminar las rebabas ubicadas en las planchas N° 1, 2, 3, 6 y 7, del primer anillo.
 - 2.3.1.5.4. Efectuar el retiro de los restos de soportes (06), del antiguo sistema de medición de nivel tipo "winche", ubicados al lado Suroeste del cilindro. Posterior al retiro, considerar posible recargue con soldadura y posterior alisado empleando esmeril. Las zonas, donde se han efectuado corte, serán inspeccionadas mediante prueba de líquidos penetrantes.
 - 2.3.1.5.5. Desmontaje de andamio exterior para trabajo de resane y eliminación de rebabas.
 - 2.3.1.5.6. Reparación de anillo de cimentación de concreto (30 ml aprox.), considerar emplear algún mortero de reparación de concreto Sika.
 - 2.3.1.5.7. Montaje de andamio para soldeo de soportes de instrumentación.
 - 2.3.1.5.8. Reubicación de termopozo y bandejas de instrumentación.
 - 2.3.1.5.9. Soldeo de soportes para bandeja de instrumentación.
 - 2.3.1.5.10. Reemplazar las bandejas horizontales, considerando la nueva ubicación del termopozo y del display. Considerar nuevos soportes metálicos y bases de concreto.
 - 2.3.1.5.11. Desmontaje de andamio para el soldeo de soporte de instrumentos.
 - 2.3.1.5.12. Adecuar a la especificación Repsol, la boquilla bridada de Ø1", donde se instala el termopozo. La nueva boquilla, deberá ser bridada de Ø2". Coordinar nueva ubicación, con el área de instrumentación.
 - 2.3.1.5.13. Cubicación de tanque cilíndrico de techo fijo. (Contratista: Bureau Veritas del Perú).
 - 2.3.1.5.14. Cierre de manholes del techo (01 EA).
 - 2.3.1.5.15. Cierre de manhole del cilindro (03 EA).
 - 2.3.1.5.16. Retirar el 100% del sello asfáltico, e instalar en su lugar sello elastomérico Sonomeric o equivalente (posterior al reemplazo del fondo del tanque).
- 3.1.6. TUBO AQUETADOR Y DE MEDICIÓN**
- 2.3.1.6.1. Prefabricar e instalar dentro del tanque dos (02) tubos: 01 aquietador y 01 tomamuestra ambos de Ø", según especificación Repsol PE-D-0100.03, con sus respectivas boquillas, ubicadas en la plataforma de muestreo, donde se montarán el medidor de nivel automático y el tomamuestra.
- 3.1.7. SISTEMA CONTRA INCENDIO**
- 2.3.1.7.1. Reemplazo de 02 líneas verticales de acometida a cámaras. Emplear tuberías de Ø4" ASTM A53 Sch.40, del sistema de inyección de espuma (Aprox.30 m).
 - 2.3.1.7.2. Reemplazar los ocho (8) soportes de las dos líneas verticales de acometida, por otros con sobre-plancha soldada al cilindro del tanque. Efectuar pintado de las líneas.

- 2.3.1.7.3. Mantenimiento del sistema de refrigeración (manifold, válvulas, inyectores, spitch, aspersores) – (Contratista ALF)
- 2.3.1.7.4. Mantenimiento de las cámaras de espuma (02EA).
- 2.3.1.7.5. Efectuar el reemplazo de la manguera metálica de la línea de cometida, correspondiente a la cámara de espuma lado sureste. Emplear manguera metálica flexible bridada de Ø4", material del cuerpo AISI 304. Sólo deberán ser pintadas sus bridas, más no la malla metálica.
- 2.3.1.7.6. Línea horizontal a ras de piso de la cámara noroeste:
 - 2.3.1.7.6.1. Desenterrar un tramo de líneas de 1m de largo.
 - 2.3.1.7.6.2. Reemplazar válvula del "Spitch" de drenaje Emplea válvula de compuerta S.W. de 4"Ø x 800#, ASTM A105, trim 8.
 - 2.3.1.7.6.3. Efectuar pintado de la línea.
- 2.3.1.7.7. Línea horizontal a ras de piso de la cámara sureste:
 - 2.3.1.7.7.1. Reemplazar válvula del "Spitch" de drenaje Emplea válvula de compuerta S.W. de 4"Ø x 800#, ASTM A105, trim 8.
 - 2.3.1.7.7.2. Efectuar pintado de la línea.
 - 2.3.1.7.7.3. Efectuar el desenterrado de cinco soporte tipo "T". Nivelar un soporte tipo "T".

2.3.1.8. SISTEMA DE ENFRIAMIENTO

- 2.3.1.8.1. Línea vertical de acometida:
 - Tee de conexión al "toroide": reemplazar los espárragos de las juntas bridadas. Reemplazar los pernos del acople ranurado (tipo "Vitaulic").
 - Tubería: reemplazar los pernos de los cuatro acoples ranurados (tipo "Vitaulic").
 - Instalar tres nuevos soportes, independientes de la línea de acometida de la cámara de espuma sureste. Reemplazar la tres U-bolts.
 - Efectuar el pintado de la línea vertical y sus soportes, con recubrimiento epoxico.
- 2.3.1.8.2. Anillo de refrigeración ("toroide"):
 - Efectuar el reemplazo de los espárragos de todas las juntas bridadas y de todos los U-bolts de fijación.
 - Desmontar el sistema de sujeción del anillo de refrigeración ("toroide"), compuesto por 13 cables de acero y una corona central. Reemplazar los trece (13) soportes tipo "patas de gallo" sostenidos por cables de acero, por otros soldados al cilindro del tanque. La soldadura del perfil adosado al cilindro, deberá ser completa.
 - Efectuar el pintado del "toroide" y de sus soportes, con recubrimiento epoxico.

- 2.3.1.8.3. Línea horizontal de acometida:
Soldar sobre-planchas de refuerzo ("cunetas"), en dos puntos de apoyo de las tuberías con sus respectivos soportes.
Reemplazar los pernos de ocho (8) acoples ranurados (tipo "Vitaulic").
Efectuar el pintado de la varilla y perfil metálico de todos los soportes de concreto.

2.3.1.9. MISCELANEOS

- 2.3.1.9.1. Reemplazo de soporte de concreto de líneas de procesos y contra incendio (08EA).
2.3.1.9.2. Reparación de soporte de concreto de líneas de procesos y contra incendio (08EA).
2.3.1.9.3. Mantenimiento de junta de expansión de ϕ 12"
2.3.1.9.4. Mantenimiento Tipo II de válvula de ϕ 4" (02EA).
2.3.1.9.5. Reemplazo de spitch de drenajes de líneas.
2.3.1.9.6. Mantenimiento Tipo II de válvula de ϕ 6" (02EA)
2.3.1.9.7. Mantenimiento Tipo II de válvula de ϕ 12" (01EA)
2.3.1.9.8. Reempacado de gland de válvula de ϕ 6" (02EA)
2.3.1.9.9. Reempacado de gland de válvula de ϕ 12" (01EA).
2.3.1.9.10. Prueba hidrostática de válvula de ϕ 4" (02EA).
2.3.1.9.11. Prueba hidrostática de válvula de ϕ 6" (02EA).
2.3.1.9.12. Prueba hidrostática de válvula de 12" (01EA).
2.3.1.9.13. Mantenimiento y calibración de 02EA válvulas de alivio
2.3.1.9.14. Mantenimiento de válvulas motorizadas (01EA) de 6" y (01EA) de 12", coordinar con Instrumentación
2.3.1.9.15. Limpieza y mantenimiento del sistema a tierra (04 orejas).
2.3.1.9.16. Efectuar el pintado de las válvulas que se ha hecho su mantenimiento.

2.3.1.10. LINEAS DE PRODUCTO

LÍNEAS DE PRODUCTO Y SERVICIOS

- 2.3.1.10.1. Línea de salida de ϕ 6": reemplazar 1.0 m lineales de aislamiento térmico. Reemplazar empaquetadura de ϕ 1/2"x150#, de la junta bridada de la vena de calentamiento (altura de la válvula), con la finalidad de reprimir la fuga de condensado.
2.3.1.10.2. Línea de ϕ 12": desmontar y efectuar mantenimiento a la junta de expansión de ϕ 12", asimismo, efectuar el reemplazo de sus tirantes de control.
2.3.1.10.3. Línea de ϕ 4" (drenaje de fondo, lado noroeste): efectuar pintado de la tubería. Efectuar el pintado del soporte metálico. Reemplazar los pernos de la abrazadera de sujeción de la tubería.
2.3.1.10.4. Línea de ϕ 4" (drenaje de fondo, lado sureste): efectuar pintado de la tubería.

2.3.1.11. SISTEMAS DE ALIVIO DE LINEAS DE PRODUCTO

- 2.3.1.11.1. Sistema de alivio de la línea de ϕ 6" (fuera de servicio):
Reemplazar válvulas de bloqueo de entrada y salida. Emplear válvulas de compuerta S.W. ϕ de 3/4" y ϕ 1" x 800#, ASTM A 105, trim 8.
Efectuar el pintado de todo el sistema, con recubrimiento epoxico.
2.3.1.11.2. Sistema de alivio de la línea de ϕ 6" (entrada): adecuar el sistema, según la especificación Repsol.
Eliminar las uniones universales, del sistema de alivio.
Línea de entrada (ϕ 3/4"): modificar la línea, para que su extremo de conexión con la válvula de alivio, sea bridado. Reemplazar válvula de bloqueo. Emplear tubería de ϕ 3/4", ASTM A106/A53, Sch 80, sin costura; brida SW de ϕ 3/4"x150#, ASTM A105, válv. de compuerta de 3/4" ϕ x 800#, ASTM A105, trim 8.
Tubería de salida (3/4" ϕ): modificar la línea, para que su extremo de conexión con la válvula de alivio, sea bridado. Reemplazar válvula de bloqueo. Reemplazar codo conformado de tubería. Efectuar el soldeo de un boss, en el cilindro del tanque, para reinstalar boquilla bridada. Emplear tubería de 3/4" ϕ , ASTM A106/A53, Sch 80, sin costura; codo SW de 3/4" ϕ x 3000#, ASTM A105; brida SW de 3/4" ϕ x 150#, ASTM A105; válvula de compuerta de 3/4" ϕ x 800#, ASTM A105, trim 8; boss de 3/4" ϕ x 3000#.
Reponer válvula de alivio (31-SV-T16B.1): Efectuar calibración. Instalar sus placas de identificación y de calibración.
Efectuar el pintado de todo el sistema, con recubrimiento epoxico.
2.3.1.11.3. Sistema de alivio de la línea de ϕ 12" (Salida):
Línea de entrada (3/4" ϕ): Reemplazar válvula de bloqueo. Emplear válvula de compuerta de 1" ϕ x 800#, ASTM A105, trim 8.
Tubería de salida (3/4" ϕ): modificar la línea, para que su extremo de conexión con la válvula de alivio, sea bridado. Reemplazar válvula de bloqueo. Reemplazar codo conformado de tubería. Efectuar el soldeo de un boss, en el cilindro del tanque, para reinstalar boquilla bridada. Emplear tubería de 3/4" ϕ , ASTM A106/A53, Sch 80, sin costura; codo SW de 3/4" ϕ x 3000#, ASTM A105; brida SW de 3/4" ϕ x 150#, ASTM A105; válvula de compuerta de 3/4" ϕ x 800#, ASTM A105, trim 8; boss de 3/4" ϕ x 3000#.
Válvula de alivio 31-SV-T16B.3: Efectuar mantenimiento y calibración. Instalar placa de identificación y de calibración.
Efectuar el pintado de todo el sistema, con recubrimiento epoxico.

2.3.2. TRABAJOS DE PINTURA

2.3.2.1. INTERIOR

- 2.3.2.1.1. CILINDRO INTERIOR. (38.5 m2).

- 2.3.2.1.1.1. Lavado cilindro interior del tanque al 38.5 m2 del primer anillo.
- 2.3.2.1.1.2. Arenado metal blanco, cilindro interior del tanque 38.5 m2 del primer anillo.
- 2.3.2.1.1.3. Pintura interior primera capa epóxi fenólico 6 mils 38.5 M2 del primer anillo.
- 2.3.2.1.1.4. Pintura interior capa de acabado epóxi fenólico 6mils 38.5 m2 del primer anillo.
- 2.3.2.1.2. FONDO
 - 2.3.2.1.2.1. Lavado Fondo interior del tanque al 100%.
 - 2.3.2.1.2.2. Arenado Metal Blanco, fondo interior del tanque al 100%.
 - 2.3.2.1.2.3. Pintura interior primera capa (epóxi fenólico 6 mils) al 100%.
 - 2.3.2.1.2.4. Pintura interior capa de acabado (epóxico fenólico 6 mils) al 100%.
- 2.3.2.2. EXTERIOR
 - 2.3.2.2.1. TECHO EXTERIOR (470 m2).
 - 2.3.2.2.1.1. Lavado techo fijo exterior del tanque al 100%.
 - 2.3.2.2.1.2. Arenado metal blanco al techo fijo exterior del tanque al 100%.
 - 2.3.2.2.1.3. Pintura exterior primera capa a zonas arenadas a metal blanco (zinc inorgánico) al 100%.
 - 2.3.2.2.1.4. Pintura exterior primera capa (epóxico poliamida amina) 100%.
 - 2.3.2.2.1.5. Pintura exterior 2da capa (epóxi poliamida amina) al 100%.
 - 2.3.2.2.1.6. Pintura exterior capa de acabado color verde Nilo RAL6019 (poliuretano) al 100%.
 - 2.3.2.2.2. CILINDRO EXTERIOR (980 m2).
 - 2.3.2.2.2.1. Lavado exterior de cilindro exterior al 100%.
 - 2.3.2.2.2.2. Arenado metal blanco, cilindro exterior del tanque al 30%.
 - 2.3.2.2.2.3. Pintura exterior primera capa a zonas arenadas a metal blanco (zinc inorgánico) al 30%.
 - 2.3.2.2.2.4. Pintura exterior primera capa (epóxi poliamida amina) al 30%.
 - 2.3.2.2.2.5. Pintura exterior 2da capa (epóxi poliamida amina) al 100%.
 - 2.3.2.2.2.6. Pintura exterior capa de acabado color verde Nilo RAL6019 (poliuretano) al 100%.
 - 2.3.2.2.2.7. Efectuar limpieza de la placa de identificación del tanque y asegurarla correctamente a su base.
 - 2.3.2.2.2.8. Señalizar el servicio de las boquillas del cilindro.

2.3.3. TRABAJOS PARA LA ENTREGA DEL TANQUE

- 2.3.3.1. Retiro de P/C's
- 2.3.3.2. Retiro de facilidades
- 2.3.3.3. Limpieza general
- 2.3.3.4. Fin Previsto

I.3. AUTORIZACIONES DE CAMBIOS DE ALCANCE

Toda actividad no contemplada en el plan aprobado del tanque (incluye variaciones de metrado) será considerado como un cambio de alcance. Para ello deberá ser revisado por la jefatura de Paradas y Grandes Sustituciones y aprobado por la Gerencia de Fiabilidad & Mantenimiento para lo cual se usará el formato respectivo. Dicho cambio será presentado por el Contratista previa coordinación con el Supervisor de Ejecución.

II. PLAZOS Y TIEMPOS.

El tiempo estimado de duración del Mantenimiento General del Tanque 31T16B es de 58 días calendarios. Siendo la fecha fuera de servicio del equipo el 03.05.18 y de entrega a Mantenimiento el 23.05.18 y el horario de trabajo será de lunes a sábado de 8:00 – 18:00 hrs. En caso de retraso de las actividades se preverá la extensión del horario.

El fin de los trabajos metalmecánicos será el **30 de junio**.

ANEXO N°3: Listado de tanques en la refinería la Pampilla

TAG		SERVICIO	Tipo de Techo	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	Capacidad (MBB)	Fecha de Montaje
31-T1	MODEPRO	GLP (2)	Esfera	10,893	-	4.00	1967
31-T101	EFLUENTES	Slop	Techo Fijo	9,810	10,840	5.00	1974
31-T102A	MODEPRO	Residual	Techo Fijo	38,800	15,110	100.00	1972
31-T102B	MODEPRO	Material de Corte	Techo Fijo	38,800	14,805	100.00	1974
31-T103A	MODEPRO	Gasolina 90	Techo Flotante	27,078	13,190	45.00	1967
31-T103B	MODEPRO	Gasolina FCC	Techo Flotante	27,078	12,778	45.00	1967
31-T10A	MODEPRO	Turbo	Techo Fijo	22,555	12,801	30.00	1966
31-T10B	MODEPRO	Turbo	Techo Fijo	22,555	12,801	30.00	1966
31-T11A	MODEPRO	Kerosene	Techo Fijo / Sabana Flotante	9,448	9,145	3.50	1966
31-T11B	MODEPRO	Kerosene	Techo Fijo / Sabana Flotante	9,448	9,145	3.50	1966
31-T12A	MODEPRO	Kerosene	Techo Fijo / Sabana Flotante	9,448	9,145	3.50	1966
31-T12B	MODEPRO	Kerosene	Techo Fijo / Sabana Flotante	9,448	9,145	3.50	1966
31-T13A	MODEPRO	Diesel 2	Techo Fijo	24,384	12,801	35.00	1966
31-T13B	MODEPRO	Diesel 2	Techo Fijo	24,384	12,801	35.00	1966
31-T14A	MODEPRO	Residual (consumo int.)	Techo Fijo	14,325	12,801	12.00	1966
31-T14B	MODEPRO	Residual (consumo int.)	Techo Fijo	14,325	12,801	12.00	1966
31-T15A	MODEPRO	Petr. Ind. 6 / R500	Techo Fijo	14,935	12,851	13.00	1966
31-T15B	MODEPRO	Petr. Ind. 6 / R500	Techo Fijo	14,935	12,851	13.00	1966
31-T16A	MODEPRO	R500 / P.I. 6 / Slop	Techo Fijo	24,384	12,801	35.00	1966
31-T16B	MODEPRO	Diesel 2	Techo Fijo	24,384	12,801	35.00	1966
31-T18	MODEPRO	Slop	Techo Fijo	4,572	5,488	0.50	1967
31T1A	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	44,805	12,801	113.00	1966
31T1B	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	44,805	12,801	113.00	1966
31-T1C	MODEPRO	Crudo / Deslastre	Techo Flotante	44,805	12,801	113.00	1966
31-T1D	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	48,800	17,080	200.00	1970
31-T1E	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	48,800	17,080	200.00	1970
31-T1F	MODEPRO	Crudo	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1972
31-T1G	MODEPRO	Crudo	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1978
31-T1H	MODEPRO	Crudo	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1977
31-T1J	MODEPRO	Crudo	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1978
31-T1K	MODEPRO	Crudo	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1978
31-T1L	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	45,880	14,442	148.00	1984
31-T1M	MODEPRO	Crudo	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1979
31-T1N	MODEPRO	Crudo	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1978
31-T1P	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	45,880	14,442	148.00	1984
31-T1Q	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	47,750	18,112	200.00	1984
31-T1R	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	52,728	18,288	288.00	2002
31-T1S	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	52,728	18,288	288.00	2002
31-T1T	MODEPRO	Crudo	Techo Flotante	52,728	18,288	288.00	2002
31-T2	MODEPRO	GLP (2)	Esfera	12,421	-	6.00	1967

TAG		SERVICIO	Tipo de Techo	DIAMETRO (mm)	ALTURA (mm)	Capacidad (MBB)	Fecha de Montaje
31-T202A	MODEPRO	Residual	Techo Fijo	39,900	17,900	141.00	1979
31-T202B	MODEPRO	Residual	Techo Fijo	39,900	17,900	141.00	1979
31-T202C	MODEPRO	Residual	Techo Fijo	39,900	17,900	141.00	1979
31-T202D	MODEPRO	Residual	Techo Fijo	39,900	17,900	141.00	1979
31-T202E	MODEPRO	Residual	Techo Fijo	39,900	17,900	141.00	1979
31-T202F	MODEPRO	Residual	Techo Fijo	45,880	14,442	148.00	1979
31-T203	MODEPRO	Gasolina 84	Techo Fijo	22,800	17,880	148.00	1979
31-T209A	MODEPRO	Gasolina 84	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1979
31-T209B	MODEPRO	Gasolina 84	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	18,040	141.00	1979
31-T209C	MODEPRO	Diesel 2	Techo Fijo	39,900	17,900	141.00	1979
31-T21	MODEPRO	Gasóleo a FCC	Techo Fijo	13,800	12,780	11.00	1987
31-T210A	MODEPRO	Gasolina	Techo Fijo	22,800	17,900	48.00	1980
31-T210B	MODEPRO	Kerosene	Techo Fijo	22,800	17,900	48.00	1980
31-T210C	MODEPRO	Kerosene	Techo Fijo	22,800	17,900	48.00	1980
31-T210D	MODEPRO	Turbo	Techo Fijo	48,228	14,400	135.50	1987
31-T213A	MODEPRO	Gasolina	Techo Fijo / Sabana Flotante	39,900	17,900	141.00	1980
31-T213B	MODEPRO	Diesel 2	Techo Fijo	39,900	17,900	141.00	1980
31-T23	MODEPRO	Gasolina 95	Techo Flotante	16,154	10,790	12.80	1988
31-T27	MODEPRO	Kerosene	Techo Fijo	12,497	10,973	8.00	1988
31-T28	MODEPRO	Diesel 2	Techo Fijo	13,108	12,802	10.00	1988
31-T29	MODEPRO	Solvente 3	Techo Fijo	9,754	9,144	4.00	1988
31-T3	MODEPRO	Butano (2), (3)	Esfera	12,420	-	6.00	1987
31-T30	MODEPRO	Petr. Ind. 6 / R500	Techo Fijo	9,754	9,144	4.00	1988
31-T303	MODEPRO	Crudo Reducido	Techo Fijo	40,704	12,192	100.00	2002
31T304A	MODEPRO	HVGO	Techo Fijo	42,230	14,783	130.00	2002
31-T304B	MODEPRO	HVGO	Techo Fijo	42,230	14,783	130.00	2002
31-T304C	MODEPRO	HVGO	Techo Fijo	42,230	14,783	130.00	2007
31-T304D	MODEPRO	HVGO	Techo Fijo	42,230	14,783	130.00	2007
31-T307A	MODEPRO	Diesel	Techo Fijo	42,410	16,904	150.00	2002
31-T307B	MODEPRO	Diesel	Techo Fijo	42,410	16,904	150.00	2002
31T307C	MODEPRO	Diesel (4)	Techo Fijo	42,400	16,900	150.00	2007
31-T31	MODEPRO	Petr. Ind. 6 / R500	Techo Fijo	11,887	10,973	7.00	1988
31-T33	MODEPRO	R500 / Petr. Ind. 6	Techo Fijo	10,888	9,144	5.00	1988
31-T331A	MODEPRO	Asfalto 60/70	Techo Fijo	13,800	12,800	11.95	1999
31-T331B	MODEPRO	Asfalto 60/70	Techo Fijo	13,800	12,800	11.95	1999
31-T332A	MODEPRO	Asfalto 85/100	Techo Fijo	11,100	11,000	6.80	1999
31-T332B	MODEPRO	Asfalto 85/100	Techo Fijo	11,100	11,000	6.80	1999
31-T333A	MODEPRO	Asfalto MC 30	Techo Fijo	15,500	12,800	15.10	1999
31-T333B	MODEPRO	Asfalto RC 250	Techo Fijo	15,500	12,800	15.10	1999
31-T4	MODEPRO	GLP (2)	Esfera	14,510	-	10.00	1985

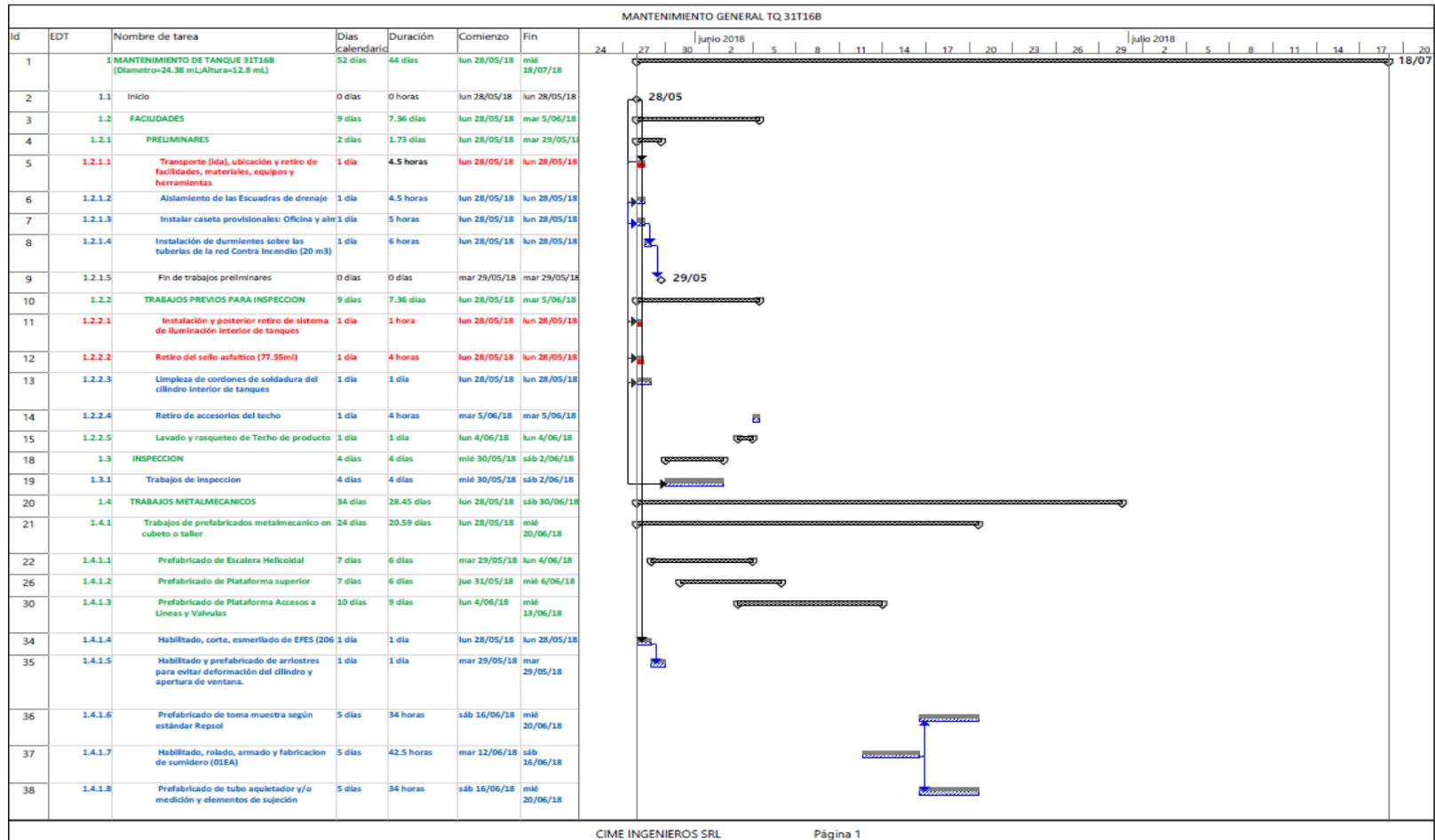
ANEXO N°4: Control de horas hombre y horas equipo

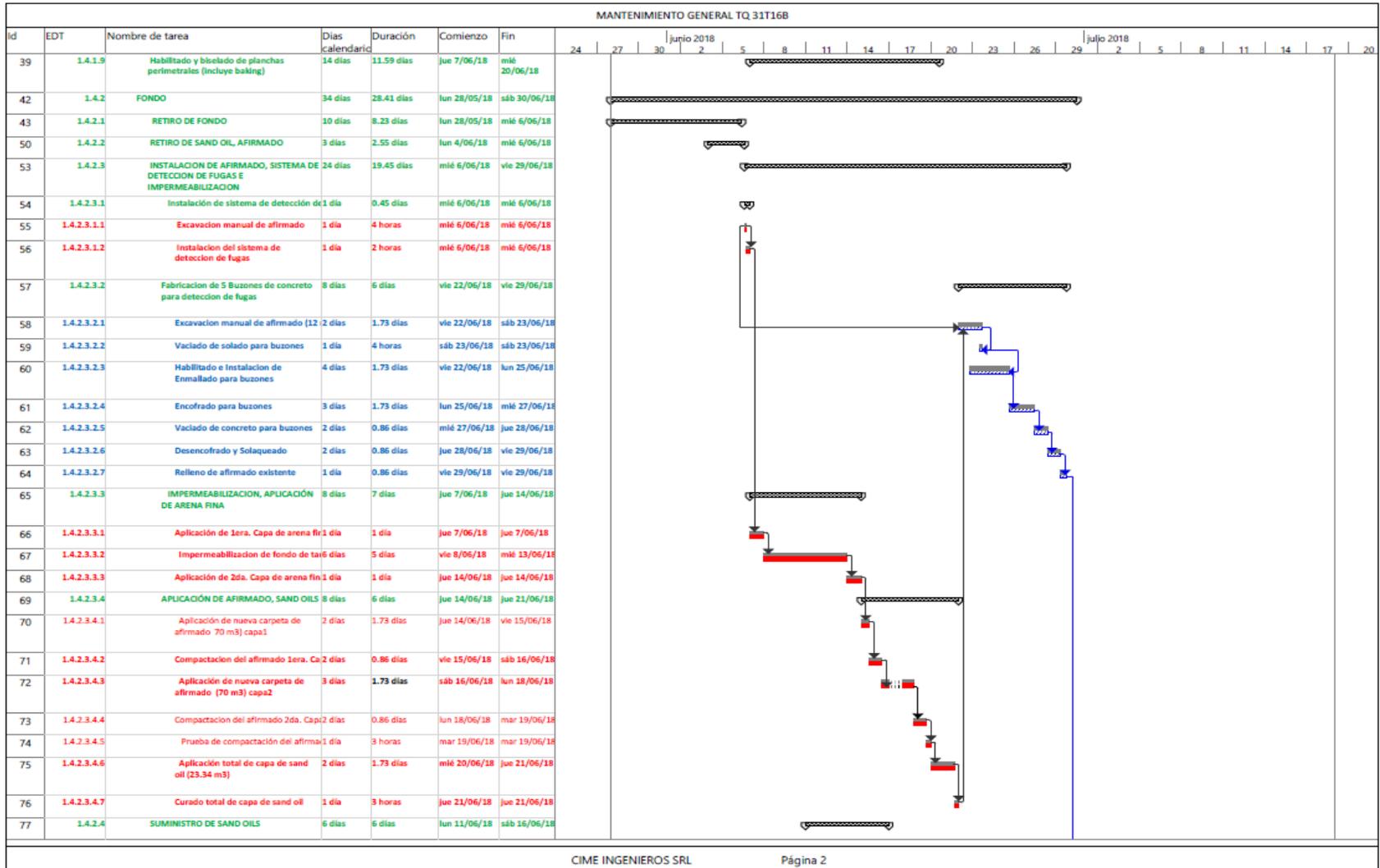
COSTOS HH							
TRABAJADOR	CARGO	HH TOTALES	HH PERMISOS DE TRABAJO	HH MOVILIZACIÓN DE PERSONAL	HH CHARLA DE SEGURIDAD Y ATS	HORAS EFECTIVAS	HORAS MUERTAS
CAMION GRUA	FACILIDAD CIME	394.50	0.00	0.00	0.00	394.5	0.00
CASTILLO, Hugo	SUPERVISOR SSOMA	417.50	0.00	0.00	0.00	417.5	0.00
CUSINGA ARENAS, Gladys	RESIDENTE	200.00	0.00	0.00	0.00	200.0	0.00
ERIQUE FLORES, Jorge Miguel	PLANNER	200.00	0.00	0.00	0.00	200.0	0.00
RIOS PEÑA, Homero	SUPERVISOR DE CAMPO	417.50	0.00	0.00	0.00	417.5	0.00
VALLES PEÑA, Nataly	LOGÍSTICA	80.00	0.00	0.00	0.00	80.0	0.00
AGUILAR MOGOLLON	OFICIAL	19.00	1.00	0.50	0.00	17.5	1.50
ALVAN ANGULO ANDY PIERRE	MOVILIDAD	393.00	38.45	20.00	14.50	320.1	72.95
ARIAS CHIRINO OSMAR ANTONIO	AYUDANTE	107.00	9.90	5.00	5.00	87.1	19.90
ASENCIOS AIRA EDUAR	SOLDADOR 3G	101.00	10.70	7.50	4.00	78.8	22.20
BRÍÑEZ QINTERO ANGEL DARIO	OFICIAL	99.00	11.10	4.50	4.50	78.9	20.10
CARDENAS BAYLON	OFICIAL	30.00	1.50	3.50	0.50	24.5	5.50
CASTILLO JUAREZ, JULIO	OPERARIO	116.50	9.80	5.00	5.00	96.7	19.80
CASTILLO DIAZ, JULIO LORENZO	CAPATAZ	242.50	22.15	12.50	9.00	198.9	43.65
COBEÑAS CORNEJO, PERCY WILLIAM	OPERARIO	31.50	4.20	1.50	1.00	24.8	6.70
CUSTODIO FRANK	OFICIAL	31.50	1.80	1.00	1.00	27.7	3.80
DE LA CRUZ MUCHOTRIGO HECTOR PEDRO	OFICIAL	130.50	7.60	8.50	6.00	108.4	22.10
DIAZ GONZALES JULISSA LISSET	VIGIA	330.00	30.45	17.50	12.50	269.6	60.45
DONQUIS GARCIA WILFREDO ELIAS	OFICIAL	53.50	5.40	2.00	2.00	44.1	9.40
ESCAJADILLO ROJAS FAUSTINO WILLIAMS	AYUDANTE	118.00	8.90	5.00	5.00	99.1	18.90
ESPINOZA AYALA FRANCO EVER	SOLDADOR 3G	335.50	32.60	17.50	13.00	272.4	63.10
FIDHEL ESPINOZA JUAN ALBERTO	OFICIAL	31.50	3.00	1.50	1.50	25.5	6.00
GARCIA ZAVALA EDGAR CAMILO	OPERARIO	263.50	30.30	16.00	12.00	225.2	58.30
GONZALEZ ZAVARCE DANNY JESUS	AYUDANTE	206.00	14.60	11.00	8.50	171.9	34.10
GUILLEN FERNANDEZ, JOSE LUIS	OPERARIO	52.00	4.50	2.50	2.50	42.5	9.50
INOÑAN CHAPOÑAN DOLORES ARCIDES	SOLDADOR 6G	304.00	30.60	17.00	12.50	243.9	60.10
IZQUIERDO SERRANO FREDY	OFICIAL	130.50	7.10	8.00	5.50	109.9	20.60
LEON ORTIZ, VICTOR JOSE	OPERARIO	133.50	10.30	6.50	6.00	110.7	22.80
LOPEZ DAVILA JOSE MIGUEL	OFICIAL	31.50	1.90	1.50	1.50	26.6	4.90
MOLINA CARHUANCHO CLIDE PEDRO	OPERARIO	137.00	7.00	8.50	4.00	117.5	19.50
OCON NARRO ISAAC	vigilia	318.00	28.50	16.50	14.00	259.0	59.00
PACHECO BARBOZA EDWIN	AYUDANTE	116.50	8.00	8.00	5.50	95.0	21.50
PAJUELO AGUIRRE MARTIN TEOFILO	OPERARIO	365.50	29.80	18.50	14.00	303.4	62.10
PURIZACA FIESTAS MIGUEL	SOLDADOR 6G	88.00	4.00	6.50	4.00	73.5	14.50
QUEVEDO COLCHADO, GLORIA MARIA	VIGIA	333.00	31.25	16.50	13.00	272.3	60.75
QUISPE VOINER	OFICIAL	31.50	1.80	1.00	1.00	27.7	3.80
RAMOS MONTALVO JOHNNY LUIS	OFICIAL	151.00	13.80	8.50	6.00	122.7	28.30
REYES VIVANCO ANDERXON JOEL	OPERARIO	42.50	4.50	4.50	2.00	31.5	11.00
RIOS AREVALO JORGE LUIS	OPERARIO	186.00	14.20	11.00	6.50	154.3	31.70
RODRIGUEZ TEJADA JOSE WALTER	OPERARIO	244.00	15.90	13.00	10.50	204.6	39.40
ROJAS ANTARA ARISTIDES GRIMALDO	VIGIA	192.00	14.40	11.50	9.00	157.1	34.90
ROJAS PANDURO KEYTEL	OFICIAL	212.50	23.20	9.50	9.50	170.3	42.20
ROSALES VASQUEZ JOHN HENRY	OPERARIO	185.50	10.40	10.00	7.50	157.6	27.90
RUIZ SANTOYO MIGUEL JOSE	VIGIA	85.00	4.90	6.00	3.50	70.6	14.40
SALCEDO AGUIRRE CRISTHIAN RAUL	OFICIAL	199.50	12.10	11.00	8.00	168.4	31.10
SALCEDO GARRIDO, RAUL BARTALOME	ALMACENERO	338.00	34.25	18.00	12.50	273.3	64.75
SOCOLA SIANCAS JUNIOR PAUL	OFICIAL	148.00	10.40	6.50	6.50	124.6	23.40
SOSA ROJAS, HENRY HERBERT	ELECTRICISTA	316.00	32.95	17.00	11.50	254.6	61.45
SULCA PABLO	OFICIAL	33.00	1.40	3.50	1.00	27.1	5.90
VARGAS HERNANDEZ JOSE CALAZANS	OFICIAL	159.00	11.40	10.00	7.50	130.1	28.90
VILCA VILCHEZ JORGE LUIS	OFICIAL	272.50	17.75	14.00	11.00	229.8	42.75
ZAVARCE RUGUERA HUMBERTO MIGUEL	AYUDANTE	31.50	3.00	1.50	1.50	25.5	6.00
ZEGARRA MONCADA RICARDO MELECIO	OPERARIO	338.50	31.10	18.00	13.50	275.9	62.60
ZEVALLOS AGUILAR FRANCISCO	OFICIAL	274.00	21.75	14.00	11.00	227.3	46.75
		9818.50	685.40	438.50	327.00	8367.60	1450.90

ANEXO N°5: Reporte de Control & Seguimiento de trabajo (Otorgado por el cliente)

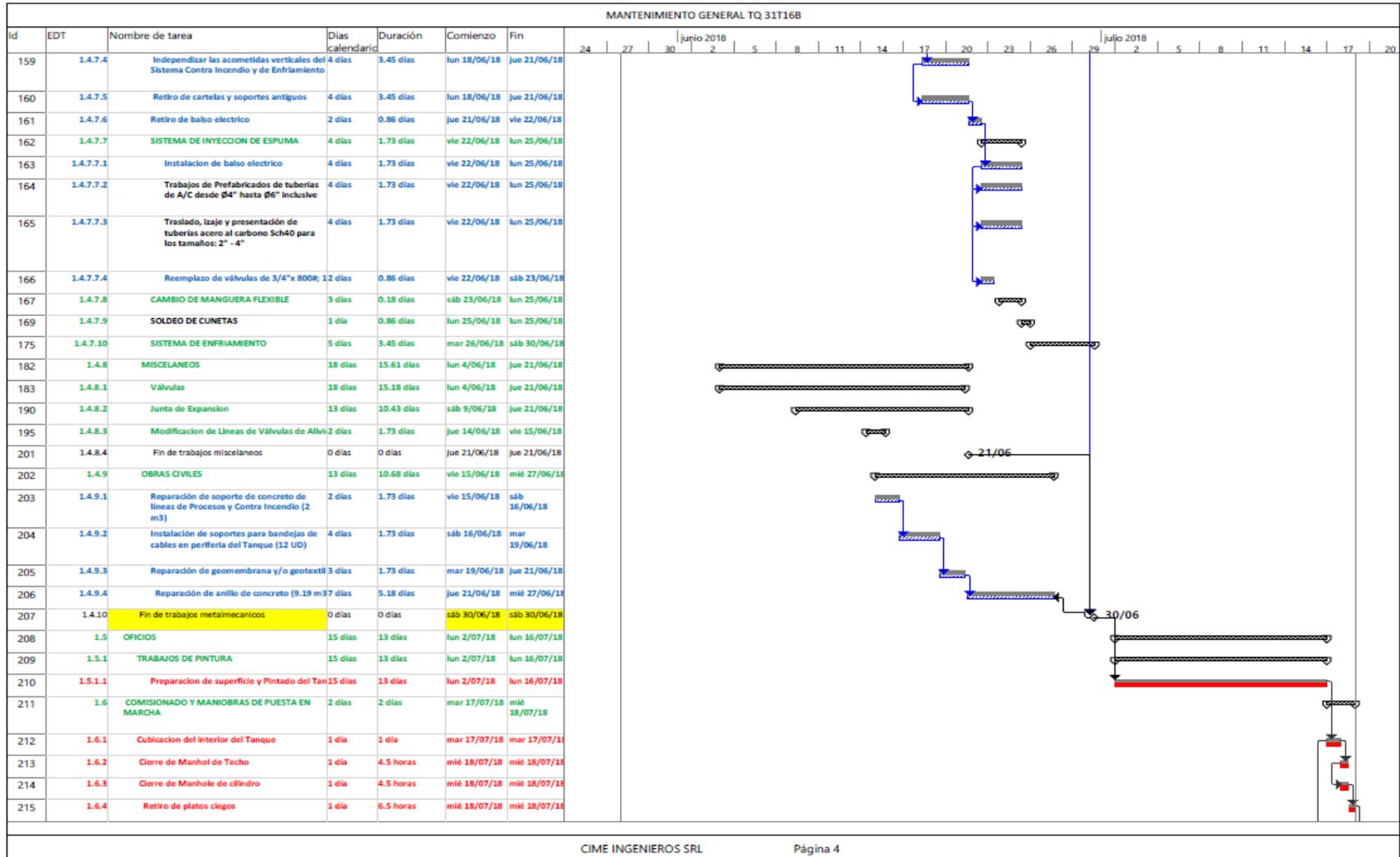
REPORTE DE CONTROL & SEGUIMIENTO DE TRABAJO							
TRABAJO	XXXXXXXXXXXXXXXX	EQUIPO	31T209C	FECHA DE EMISION	DD.MM.YY	ESTIMADO DE AVANCE	XX.X%
AREA	EQUIPOS ESTATICOS	CONTRATA	XXXXXX	NOT	461374	FECHA COMPROMETIDA DE ENTREGA	DD.MM.YY
NUMERO DE TRABAJADORES							XX
PRINCIPALES AVANCES							
<p style="color: red;">31T209C - XXXXXXXXXXXXXXXX</p> <p>XX</p> <p>XX</p>							
DIAS DE AVANCE VS DIAS PROGRAMADOS							
PORCENTAJE REAL DE AVANCE		XX%		# DE DIA DE TRABAJO		XX	
PORCENTAJE PROGRAMADO DE AVANCE		XX%		# DE DIAS PROGRAMADO		XX	
PRINCIPALES PROBLEMAS - JUSTIFICACIONES							
PROXIMOS PASOS							

ANEXO N°6: Cronograma del Proyecto





MANTENIMIENTO GENERAL TQ 31T16B						
Id	EDT	Nombre de tarea	Días calendario	Duración	Comienzo	Fin
79	1.4.2.5	INSTALACION DE FONDO	9 días	6.41 días	vie 22/06/18	sáb 30/06/18
108	1.4.3	TECHO FIJO	9 días	7.77 días	lun 4/06/18	mar 12/06/18
121	1.4.4	CILINDRO - ANILLO DE CONCRETO	2 días	0.86 días	mar 12/06/18	mié 13/06/18
123	1.4.5	ESCALERAS, BARANDAS Y PASARELAS	24 días	21 días	lun 4/06/18	mié 27/06/18
124	1.4.5.1	Reparacion de Escalera Helicoidal	11 días	10 días	lun 4/06/18	jue 14/06/18
130	1.4.5.2	Instalacion de barandas del techo	7 días	6 días	jue 14/06/18	mié 20/06/18
133	1.4.5.3	Reparacion de Plataformas de Accesos a Líneas y Válvulas	24 días	21 días	lun 4/06/18	mié 27/06/18
139	1.4.5.4	Fin de trabajos escalera helicoidal, barandas, plataformas	0 días	0 días	mié 27/06/18	mié 27/06/18
140	1.4.6	SISTEMA DE MEDICIÓN DE NIVEL Y TEMPERATURA	25 días	21.91 días	lun 4/06/18	jue 28/06/18
141	1.4.6.1	Desmontaje toma muestra y tubo aquletad	1 día	0.86 días	lun 4/06/18	lun 4/06/18
142	1.4.6.2	Retiro de rebarras de medidor Sakura	4 días	2.16 días	lun 4/06/18	jue 7/06/18
143	1.4.6.2.1	Instalacion de balso electrico	2 días	0.86 días	lun 4/06/18	mar 5/06/18
144	1.4.6.2.2	Retiro de restos de soportes del sistema de medicion "winche"	2 días	0.86 días	mar 5/06/18	mié 6/06/18
145	1.4.6.2.3	Retiro de balso electrico	2 días	0.43 días	mié 6/06/18	jue 7/06/18
146	1.4.6.3	Instalacion de soportes para líneas de instrumentos	3 días	2.16 días	jue 7/06/18	sáb 9/06/18
147	1.4.6.3.1	Instalacion de balso electrico	1 día	0.43 días	jue 7/06/18	jue 7/06/18
148	1.4.6.3.2	Independizar las acometidas verticales del Sistema Contra Incendio y de Enfriamiento	2 días	0.86 días	jue 7/06/18	vie 8/06/18
149	1.4.6.3.3	Retiro de balso electrico	2 días	0.86 días	vie 8/06/18	sáb 9/06/18
150	1.4.6.4	Presentacion e Instalacion de tubo aquletador y toma muestra	1 día	1 día	mar 26/06/18	mar 26/06/18
151	1.4.6.5	Reubicacion de Termopozo	1 día	2 horas	mar 26/06/18	mar 26/06/18
152	1.4.6.6	Pruebas neumaticas a sobreplanchas de refuerzo de boquillas (9 UD)	2 días	17 horas	mié 27/06/18	jue 28/06/18
153	1.4.6.7	Instalacion de boquilla de 4" x 300#	1 día	4 horas	jue 28/06/18	jue 28/06/18
154	1.4.6.8	Instalacion de Agitador	1 día	4 horas	jue 28/06/18	jue 28/06/18
155	1.4.7	SISTEMA CONTRA INCENDIO Y RETIRO DE ARRIOSTRES INSTALADOS DE SISTEMA ANTIGUO	22 días	17.27 días	sáb 9/06/18	sáb 30/06/18
156	1.4.7.1	Instalacion de balso electrico	3 días	0.86 días	sáb 9/06/18	lun 11/06/18
157	1.4.7.2	Instalación de sobre planchas en el cilindro	8 días	6.05 días	lun 11/06/18	lun 18/06/18
158	1.4.7.3	Soldado de soportes del sistema de enfriamiento y retiro de soportes antiguos	8 días	6.05 días	lun 11/06/18	lun 18/06/18



ANEXO N°7: Plan de trabajo y lista de procedimientos



CIME INGENIEROS S.R.L.
CONTRATISTAS GENERALES

Mantenimiento de Tanques

6 CALIDAD.

6.1 Planificación de Calidad

Las principales normas y estándares a ser utilizadas para realizar el plan de inspecciones se listan a continuación:

Trabajos Metal Mecánicos:

- API 650 – Welded Steel Tanks for Oil Storage.
- API 653 – Tank Inspection, Repair, Alteration and Reconstruction.
- Estándares de Repsol.

6.2 Control de Calidad

- El control de calidad, estará a cargo del Staff de CIME Ingenieros a través de los supervisores en campo por medio de observaciones continuas de los trabajos.
- Se realizará el registro de todos los controles de calidad según la Matriz de calidad:

MATRIZ DE ACTIVIDADES DE GESTION DE CALIDAD DEL PROYECTO "MANTENIMIENTO GENERAL DEL TANQUE 31T16B"						
OBRAS CIVILES Y METALMECANICAS						
NOMBRE DEL ENTREGABLE :	CAMBIO DE FONDO					
ITEM	ACTIVIDADES	ESTÁNDAR DE CALIDAD	ACTIVIDADES DE CALIDAD	MÉTODO	MÉTRICA DE VALIDACION	REGISTRO
1	APLICACIÓN DE CAPA DE AFIRMADO COMPACTACION Y PRUEBA DE DENSIDAD DE CAPA DE AFIRMADO	<ul style="list-style-type: none"> • API 650 • API 653 CODIGO ASME .RNE .NTP.050 - Suelos y Cimentaciones	.CONTROL DIMENSIONAL .NIVEL ADECUADO .VERIFICACION DE LA CALIDAD DEL AGREGADO	VISUAL	API 653 API650 ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01)	GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL
2	APLICACIÓN DE CAPA DE SAND OIL	<ul style="list-style-type: none"> • API 650 • API 653 .CODIGO ASME .RNE .NTP.050 - Suelos y Cimentaciones	.CONTROL DIMENSIONAL .NIVEL ADECUADO DE LOS ESPESORES Y PENDIENTE SOLICITADO SEGÚN PRODUCTO	VISUAL	API 653 API650 ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01)	GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL



Mantenimiento de Tanques

3	INSTALACION DE PLANCHAS PERIMETRALES Y CENTRALES	<ul style="list-style-type: none"> • API 650 • API 653 .CODIGO ASME .ASME V .AWS 	.CONTROL DIMENSIONAL .VERIFICACION DE MEDIDAS DE UNION DE PLANCHAS SEGÚN NORMA API 653 .VERIFICACION DEL BISELADO DE LOS BORDES	.VISUAL	. API 653 .API650 .ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01)	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL
4	SOLDEO DE PLANCHAS DE FONDO CENTRALES Y PERIMETRALES	<ul style="list-style-type: none"> • API 650 • API 653 .CODIGO ASME .ASME V .AWS 	.CONTROL DIMENSIONAL DE LAS MEDIDAS Y VERIFICACION DE VERTICALIDAD DE LA COLUMNA .INSPECCION DE TODAS LAS UNIONES SOLDADAS	.VISUAL	. API 653 .API650 .ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01)	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL .GCOP.FO.019 INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA DE PLANCHAS V01
5	REINSTALACION DE COLUMNA CENTRAL	<ul style="list-style-type: none"> • API 650 • API 653 .CODIGO ASME .ASME V .AWS 	.CONTROL DIMENSIONAL DE LAS MEDIDAS Y VERIFICACION DE VERTICALIDAD DE LA COLUMNA .INSPECCION DE TODAS LAS UNIONES SOLDADAS	.VISUAL	. API 653 .API650 .ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01)	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL .GCOP.FO.016 INSPECCION VISUAL DE SOLDADURAS EN TUBERIAS V01
NOMBRE DEL ENTREGABLE :		INSTALACION DE BARANDA DE TECHO , PLATAFORMAS, ESCALERA HELICOIDAL				
ITEM	ACTIVIDADES	ESTÁNDAR DE CALIDAD	ACTIVIDADES DE CALIDAD	MÉTODO	MÉTRICA DE VALIDACION	REGISTRO
6	PREFABRICADO, MONTAJE Y SOLDEO DE BARANDA, ESCALERAS, PLATAFORMAS, ESCALERAS HELICOIDAL SEGÚN NORMATIVA REPSOL	<ul style="list-style-type: none"> • API 650 • API 653 .CODIGO ASME .ASME V .AWS 	CONTROL DIMENSIONAL DE LAS MEDIDAS DE LA ESTRUCTURA - INSPECCION DE TODAS LAS UNIONES SOLDADAS	.VISUAL	. API 653 .API650 ESPECIFICACIONES REPSOL: M52r6 Estructuras Metalicas ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01)	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL .GCOP.FO.016 INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA DE TUBERIAS V01
NOMBRE DEL ENTREGABLE :		INSTALACION O REUBICACION DE TUBOS DE MEDICION Y TOMAMUESTRA				
ITEM	ACTIVIDADES	ESTÁNDAR DE CALIDAD	ACTIVIDADES DE CALIDAD	MÉTODO	MÉTRICA DE VALIDACION	REGISTRO
7	PREFABRICADO Y MONTAJE DE TUBOS DE MEDICION Y TOMAMUESTRA	<ul style="list-style-type: none"> • API 650 • API 653 .CODIGO ASME .ASME V .AWS 	.CONTROL DIMENSIONAL DE MEDIDAS .INSPECCION DE SOLDADURA DE UNIONES	.VISUAL	. API 653 .API650 .ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01)	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL .GCOP.FO.016 INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA DE TUBERIAS V01



NOMBRE DEL ENTREGABLE : PRUEBAS HIDROSTATICAS DE VALVULAS						
ITEM	ACTIVIDADES	ESTÁNDAR DE CALIDAD	ACTIVIDADES DE CALIDAD	MÉTODO	MÉTRICA DE VALIDACION	REGISTRO
8	PRUEBA HIDROSTATICA DE VALVULAS	.ASME SECCION V	.PROCEDIMIENTO DE PRUEBAS HIDROSTATICAS DE VALVULAS	.VISUAL .INSTRUMENTAL	GOPE-PR.120-C2014/0051 Procedimiento de Pruebas Hidrostaticas (Tablas 1,2,3,4,5)	.GCOP.FO.060 PROTOCOLO DE PRUEBAS HIDROSTATICAS
NOMBRE DEL ENTREGABLE : RESANE DE ANILLO DE CIMENTACION Y/O BASES DE CONCRETO						
ITEM	ACTIVIDADES	ESTÁNDAR DE CALIDAD	ACTIVIDADES DE CALIDAD	MÉTODO	MÉTRICA DE VALIDACION	REGISTRO
9	ENCOFRADO, ARMADO DE HIERRO CORRUGADO Y VACIADO DE CONCRETO, DESENCOFRADO Y ENLUCIDO	.ASTM C150 .ASTM A615 .E060	.VERIFICAR LOS CERTIFICADOS DEL CONCRETO ARMADO .VERIFICACIÓN DE NIVEL Y DIMENSIÓN .CURADO DE CONCRETO	.VISUAL .INSTRUMENTAL	.ASTM C150 A615 .ASTM .E060	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL .GCOP.FO.011 VACIADO DE CONCRETO .GCOP.FO.010 CONTROL DE CALIDAD DEL ENCOFRADO
NOMBRE DEL ENTREGABLE : INSTALACION DE INJERTOS, SOBREPLANCHAS EN EL TECHO						
ITEM	ACTIVIDADES	ESTÁNDAR DE CALIDAD	ACTIVIDADES DE CALIDAD	MÉTODO	MÉTRICA DE VALIDACION	REGISTRO
10	INSTALACION DE INJERTOS, SOBREPLANCHAS DEL TECHO	.API 650 .API 653 .CODIGO ASME .ASME V .AWS	.CONTROL DIMENSIONAL .VERIFICACION DE MEDIDAS DE UNION DE PLANCHAS SEGÚN NORMA API 653	.VISUAL	.API 653 .API650 .ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL
11	SOLDEO DE INJERTOS, SOBREPLANCHAS DEL TECHO	.API 650 .API 653 .CODIGO ASME .ASME V .AWS	.CONTROL DIMENSIONAL DE LAS MEDIDAS. .INSPECCION DE TODAS LAS UNIONES SOLDADAS	.VISUAL	.API 653 .API650 .ESPECIFICACIONES REPSOL ED-D-0100 Tanques de almacenamiento (Desde PE-D-0100.01H01 hasta PE-D-0100-11H01	.GCOP.FO.014 CONTROL DIMENSIONAL .GCOP.FO.019 INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA DE PLANCHAS V01

- Al finalizar los trabajos de mantenimiento del tanque se realizara la entrega del Dossier de Calidad.

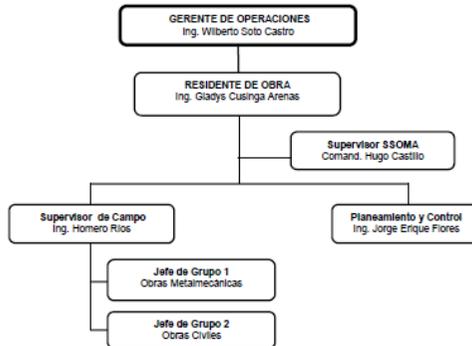
Nota: Se adjunta formatos de control de calidad.

7 COMUNICACIONES Y SEGUIMIENTO

- El avance del plan de ejecución se informará de manera semanal, todos los jueves a las 14:00 horas en la sala Reuniones de Paradas y Grandes Sustituciones.
- Diariamente se remitirá vía correo un reporte detallado de los avances.

8 RECURSOS HUMANOS

8.1 Involucrados en el presente Plan:



8.2 Procedimientos de Trabajo Seguro incluidos para la realización de dichas actividades:

- GOPE.PR.002-C2017 Procedimiento de Instalación y Reubicación de Tubo Aquietador
- GOPE.PR.004-C2017 Procedimiento de Reemplazo de Planchas Perimetales
- GOPE.PR.006-C2017 Procedimiento de Reemplazo total de Fondo
- GOPE.PR.010-C2017 Procedimiento de reparación parcial de plancha de techo fijo
- GOPE.PR.011-C2017 Procedimiento de desmontaje y montaje de escalera helicoidal
- GOPE.PR.014-C2017 Procedimiento de amostro miento de tanque
- GOPE.PR.015-C2017 Procedimiento de soldado de insertos
- GOPE.PR.016-C2017 Procedimiento de desmontaje de platos ciegos
- GOPE.PR.025-C2017 Procedimiento de Soldadura de tuberías en acero en campo y taller
- GOPE.PR.030-C2017 Procedimiento de Desmontaje de estructuras metálicas
- GOPE.PR.031-C2017 Procedimiento de Vaciado de Concreto
- GOPE.PR.032-C2017 Procedimiento de Excavación
- GOPE.PR.033-C2017 Procedimiento de Encofrado y desencofrado

- GOPE.PR.036-C2017 Procedimiento de Rolado de Planchas
- GOPE.PR.037-C2017 Procedimiento de Aplicación, perfilado y compactación de afirmado en Fondo de tanques
- GOPE.PR.038-C2017 Corte y Biselado de Tubería de acero
- GOPE.PR.041 Movilización y Desmovilización de personal y equipos

9 RIESGOS

Los principales riesgos identificados son los siguientes:

Item	Descripción	Probabilidad	Impacto	Respuesta	Responsable
1	Falta de atención de instalación de andamios	Mediano	Demora en el inicio y/o culminación de los trabajos programados	Coordinar con Equipos Estáticos, el apoyo con la debida anticipación.	Equipos Estáticos
2	Falta de atención de trabajos de arenado y pintado de materiales y/o prefabricados	Alto	Demora en el inicio y/o culminación de los trabajos programados	Coordinar con Equipos Estáticos, el apoyo con la debida anticipación.	Equipos Estáticos
3	Falta de atención de materiales (stock en almacenes de Relapa)	Mediano	Demora en el inicio y/o culminación de los trabajos programados	Coordinar con Equipos Estáticos, el apoyo con la debida anticipación.	P & GS
4	Falta de personal, consumibles, equipos para la ejecución de los trabajos programados.	Mediano	Retrasos en la culminación de los trabajos programados. Realización de trabajos de no calidad	Prever con anticipación debida la cantidad suficiente de los recursos para la realización de los trabajos programados	Cime
5	Trabajos de no calidad	Mediano	Retrasos en la culminación de los trabajos programados.	Presentar plan de calidad: matriz de calidad, en las cuales se detallara todos los controles a realizar para evitar los trabajos de no calidad.	Cime
6	Entrega tardía de los procedimientos de trabajo	Mediano	Retrasos en la culminación de los trabajos programados. Paralización de los trabajos.	Entregar con anticipación los documentos para su revisión y aprobación.	Cime
7	Entrega tardía de los WPS y PQR	Mediano	Retrasos en la culminación de los trabajos programados. Paralización de los trabajos.	Entregar con anticipación los documentos para su revisión y aprobación.	Cime