

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



ESCUELA DE POSGRADO



**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE
NEGOCIOS CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**INGENIERÍA DE VALOR APLICADA A LA
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS: SANEAMIENTO DE
SISTEMAS OPERATIVOS – PROYECTO MODERNIZACIÓN
REFINERÍA TALARA**

Ronald David Pineda Bernabel

William Valdivia Díaz

Asesor: Víctor Hugo Delgado Céspedes

Cajamarca – Perú

Noviembre – 2017

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO



ESCUELA DE POSGRADO



**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE
NEGOCIOS CON MENCIÓN EN GESTIÓN EMPRESARIAL**

**INGENIERÍA DE VALOR APLICADA A LA
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS: SANEAMIENTO DE
SISTEMAS OPERATIVOS – PROYECTO MODERNIZACIÓN
REFINERÍA TALARA**

**Tesis presentada en cumplimiento parcial de los requerimientos
para el Grado Académico de Maestro en Administración
Estratégica de Negocios con Mención en Gestión Empresarial**

Ronald David Pineda Bernabel

William Valdivia Díaz

Asesor: Víctor Hugo Delgado Céspedes

Cajamarca – Perú

Noviembre – 2017

COPYRIGHT©2017 by
Ronald David Pineda Bernabel
William Valdivia Díaz
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO GUILLERMO URRELO

ESCUELA DE POSGRADO

APROBACIÓN DE MAESTRÍA

**INGENIERÍA DE VALOR APLICADA A LA
ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS: SANEAMIENTO DE
SISTEMAS OPERATIVOS – PROYECTO MODERNIZACIÓN
REFINERÍA TALARA**

Presidente: Dr. Carlos Alberto Delgado Céspedes

Secretario: Dr. Ramón Enrique Rivera Chú

Vocal: Dr. Héctor Villegas Chávez

Asesor: Dr. Víctor Hugo Delgado Céspedes

A:

Nuestra familia, por su paciencia y comprensión, y sin cuyo apoyo no hubiera
sido posible cumplir esta meta

AGRADECIMIENTOS

Expresamos nuestra mayor gratitud y aprecio a:

Dios, por haber permitido que nos conociéramos creando una sinergia de equipo y fortalecernos día a día para concluir con lo que nos hemos propuesto.

Nuestros familiares y amigos, por su comprensión e invaluable apoyo incondicional; quienes son nuestra mayor inspiración de desarrollo personal y profesional.

A nuestro asesor Victor Hugo Delgado Céspedes, por su cuidadoso asesoramiento, paciencia y dedicada atención en el desarrollo de esta investigación, y a nuestros profesores de la UPAGU, quienes con su influencia han contribuido a nuestro desenvolvimiento profesional.

TABLA DE CONTENIDOS

LISTA DE TABLAS	ix
LISTA DE FIGURAAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT.....	xii
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.1. Descripción de la realidad problemática	4
1.2. Formulación del Problema	6
1.3. Objetivos de la investigación	6
1.4. Justificación de la investigación.....	7
1.5. Limitaciones.....	8
1.6. Viabilidad de estudio.....	10
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.....	12
2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.2. Bases teóricas	24
2.2.1. Ingeniería de Valor.	24
2.2.2. Administración de Proyectos.	36
2.3. Definiciones conceptuales.....	50
2.4. Formulación de hipótesis	55
CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	56
3.1. Unidad de análisis, tipo de investigación, diseño de investigación.....	57
3.1.1. Unidad de análisis.	57
3.1.2. Tipo de investigación.	58
3.1.3. Diseño de la investigación.	59
3.2. Grupo de estudio	59
3.3. Matriz operacional de variables, dimensiones e indicadores.	61
3.4. Técnicas de recolección de datos. Descripción de los instrumentos. Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos.....	62
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.	62
3.4.2. Descripción de los instrumentos.	67
3.4.3. Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos.	70
3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.....	71

3.6. Aspectos éticos.....	72
CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	73
4.1. Resultados.	74
4.1.1. Administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.....	74
4.1.2. Alternativas que la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC analizó para reducir costos, mejorar el desempeño y la calidad.....	78
4.1.3. Resultados de la metodología de ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.	81
4.2. Discusión.....	83
CONCLUSIONES	86
SUGERENCIAS	87
REFERENCIAS.....	88
APÉNDICE.....	93
Validación de instrumentos.....	93
ANEXOS	98

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Proyectos de la Modernización de la Refinería Talara	60
Tabla 2. Matriz de variables e indicadores.....	61
Tabla 3. Alcance del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC	76
Tabla 4. Plan de recursos humanos Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.....	77
Tabla 5. Registro de interesados Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.....	78
Tabla 6. Evaluación de alternativas para reducir costos, mejorar el desempeño y la calidad.....	80
Tabla 7. Resultados de evaluación de satisfacción al cliente	81
Tabla 8. Alcance y metrados finales del proyecto	82
Tabla 9. Cantidad de No Conformidades cerradas.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Extensión de la metodología de ingeniería de valor.....	14
Figura 2. Evolución de la administración de proyectos.	21
Figura 3. La palanca del valor.....	29
Figura 4. El plan de trabajo de ingeniería de valor.	32
Figura 5. Proceso de administración de proyectos.....	47
Figura 6. Contexto de la dirección de proyectos.....	49
Figura 7. Valor ganado, costo real y valor planificado.....	69
Figura 8. Flujograma del proceso de ingeniería.....	76
Figura 9. Curva S final del Proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC	83
Figura 10. Curva S final del Proyecto Suma Alzada	84

RESUMEN

La presente investigación se desarrollará en el ámbito del sector construcción, y buscará conocer los resultados que se obtienen de aplicar la metodología de la ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, de tipo ingeniería, procura y construcción, pagado bajo la modalidad de suma alzada, que se ejecutó como parte de los trabajos previos del Proyecto Modernización Refinería Talara.

El Proyecto consistió en realizar todos los trabajos necesarios para la reubicación y/o eliminación de interferencias operativas que se produzcan entre los procesos de la actual Refinería Talara con los procesos desarrollados durante la Etapa de Construcción del Proyecto de Modernización de Refinería Talara.

En esta investigación se encuentran los resultados que se obtiene haciendo uso de una metodología llamada Ingeniería de Valor, con la cual se busca alternativas creativas y funcionales, permitiendo que pueda tener un incremento significativo del valor de proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.

En el desarrollo de la investigación veremos que la ingeniería de valor no es sólo un proceso de administración, sino una filosofía de administración de proyectos que se enfoca en crear el máximo valor para el cliente en las etapas de diseño y construcción del proyecto y con su aplicación obtendremos entre otros beneficios, la reducción de costos, mejora de la calidad y desempeño.

Palabras clave: ingeniería de valor, valor, administración de proyectos, proyecto, costos, calidad y desempeño.

ABSTRACT

This research will be developed in the field of construction, and will seek to know the results obtained from applying the methodology of value engineering in the administration of the project Operating System Sanitation – EPC, engineering, procurement and construction, paid under the modality of lump sum, which was executed as part of the previous works of the Talara Refinery Modernization Project.

The project consisted in carrying out all the necessary works for the relocation and / or elimination of operational interferences that occur between the processes of the current Talara Refinery with the processes developed during the Construction Stage of the Talara Refinery Modernization Project.

In this research, we find the results obtained using a methodology called Value Engineering, which seeks creative and functional alternatives, allowing it to have a significant increase in the value of the Operating Systems Sanitation – EPC.

In the development of the research, we will see that value engineering is not only a management process, but a project management philosophy that focuses on creating maximum value for the client in the design and construction stages of the project and with its application we will obtain among other benefits, the reduction of costs, improvement of the quality and performance.

Keywords: value engineering, value, project management, project, costs, quality and performance.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en nuestro País, se ha desarrollado proyectos de construcción de gran envergadura y por ello resulta necesario definir mejoras y fomentar la creatividad e innovación en los proyectos de ingeniería y construcción y en particular de los proyectos EPC, para poder maximizar el valor para el cliente, incrementar su desempeño, mejorar o mantener la calidad y reducir los costos totales.

En este sentido, el presente trabajo de investigación presenta una alternativa para lograr la reducción de los costos totales y satisfacción de cliente, haciendo uso de una metodología llamada ingeniería de valor aplicada a la administración de un proyecto EPC en los trabajos preliminares del proyecto de modernización de la refinería de Talara.

Para el cliente, el valor es maximizado cuando sus necesidades son correctamente determinadas y cuando esas necesidades son satisfechas al máximo por el producto producido y por el proceso empleado para producirlo llegando a entregar lo que requiere, cuando lo requiere.

La metodología de ingeniería de valor identifica oportunidades para reducir costos innecesarios y asegurar que la calidad, confiabilidad, desempeño, y otros factores críticos cumplan o excedan las expectativas del cliente. Las mejoras son el resultado de recomendaciones hechas por equipos multidisciplinarios que representan a todas las partes involucradas.

El papel de la ingeniería de valor como un logro para la administración de proyectos, y también de los negocios, hoy en día, es de pleno conocimiento, habiendo captado la atención de las empresas, y en particular también de las empresas constructoras.

El trabajo de investigación inicia con el planteamiento del problema, donde se describe la realidad problemática, formulación del problema, se presente los objetivos de la investigación, su justificación, limitaciones y vialidad del estudio. Seguido presenta un amplio marco teórico, poniendo énfasis en las definiciones de ingeniería de valor y administración de proyectos. En el capítulo 3 se detalla todo el procedimiento metodológico de la investigación y en el capítulo 4 mostramos los resultados y discusión; y por último, la propuesta para futuras aplicaciones de la metodología de ingeniería de valor en la administración de proyectos EPC.

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Actualmente existen muchos factores por los cuales los proyectos deben ser llevados a cabo de una manera diferente a la tradicional. Entre los principales factores se tiene, presupuestos reducidos, necesidad de productos o servicios de mayor calidad, mejor desempeño del proyecto y menores plazos disponibles.

En este contexto, la administración de proyectos, según Baker (1999), es el proceso de combinar sistemas, técnicas y personas para completar un proyecto dentro de las metas establecidas de tiempo, presupuesto y calidad, y de acuerdo al Project Management Institute (PMBOK 5ta. Ed.)¹, es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas para realizar proyectos efectiva y eficientemente, nos permitiría vincular los resultados de los proyectos con las metas del cliente y del negocio.

Complementando a una buena administración de proyectos y lograr los resultados esperados por el cliente y el proyecto y/o negocio, sería de mucha ayuda aplicar en los proyectos la técnica y/o metodología que nos permitan maximizar los recursos y disminuir los costos, manteniendo su funcionalidad, calidad y confiabilidad inicial o mejorarlas, sin dejar de lado las expectativas del cliente. Esta metodología es denominada ingeniería de valor.

La ingeniería de valor, puede ser aplicada a cualquier sector: construcción, administración de negocios y/o proyectos, desarrollo de sistemas, gobierno,

¹ El 06-Sep-17 el PMI publicó la guía PMBOK 6th Ed. Junto a la Guía Práctica Ágil

industria, y otros. Para que sea más efectiva debe realizarse en las etapas iniciales del proyecto a fin de identificar desde la mayoría de las variables involucradas.

El papel de la ingeniería de valor como un logro para la administración de proyectos, y también de los negocios, hoy en día, es de pleno conocimiento, habiendo captado la atención de las empresas, y en particular también de las empresas constructoras. Si bien es cierto, de acuerdo a la especialización y experiencia de los profesionales que participan en un proyecto, se abordan puntualmente actividades que intentan optimizar su desarrollo con criterios percibidos como similares a los planteados por la ingeniería de valor, sin embargo la diferencia entre estos esfuerzos y el enfoque de la ingeniería de valor es el establecimiento de una metodología sistemática, formal y disciplinada durante todas las etapas del proyecto para analizar el proyecto.

El principio directivo de la ingeniería de valor es estudiar el proyecto en sí mismo analizando en profundidad la información contenida en cada etapa del proyecto, teniendo como resultado la entrega del valor máximo para el cliente y/o usuarios finales. Por ello, es relevante identificar la relación que tiene la ingeniería de valor con la administración de proyectos durante todo su ciclo de vida y en particular en sus etapas más tempranas.

Durante las etapas de concepción, diseño, planeamiento y construcción de un proyecto, existen prácticas bastante arraigadas que producen pérdidas económicas, demoras en la entrega del proyecto, no conformidades en la calidad y por ende un cliente insatisfecho.

La investigación se desarrolló durante el año 2016 – 2017 en el proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos de la Refinería de Talara, el mismo que es de tipo ingeniería, procura y construcción (Engineering, Procurement and Construction), en adelante EPC, el sistema de contratación es de Suma Alzada, que se ejecutó como parte de los trabajos previos del Proyecto Modernización Refinería Talara, en adelante PMRT.

1.2. Formulación del Problema

La investigación busca responder la interrogante:

¿Cuáles son los resultados de aplicar la metodología de la ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos, en la etapa preliminar del Proyecto Modernización Refinería Talara?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo General.

Determinar los resultados de aplicar la metodología de la ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC en la etapa preliminar del Proyecto Modernización Refinería Talara.

1.3.2. Objetivos Específicos.

1. Evaluar la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC para recopilar los datos de la gestión actual e identificar las oportunidades de mejora.

2. Examinar las posibles alternativas que se tiene en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC para reducir costos y/o mejorar el desempeño y la calidad.
3. Analizar los resultados de la metodología de ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC para identificar sus beneficios y/o el valor del proyecto.

1.4. Justificación de la investigación

El proyecto de modernización, fue anunciado el año 2013 por el gobierno del ex presidente Ollanta Humala. Petróleos del Perú, firmó contrato con una firma de ingeniería española en mayo del 2014, con un plan inicial de inversión de hasta US\$ 3,500 millones (de los cuales US\$2.700 corresponden a la construcción de la misma refinería y US\$800 para las obras complementarias). El Gobierno peruano busca con esta modernización aumentar en un 50% la producción de la mayor refinería de crudo de Petróleos del Perú, a unos 96,000 barriles por día y planta que permitirá la reducción del contenido de azufre de 2,000 a 50 partes por millón. Se espera que para el 2019 esta refinería debe entrar en operación para beneficio de Talara y el país en general.

Considerando lo mencionado en el párrafo anterior, durante la construcción del PMRT, se tendrán trabajos previos como el caso del proyecto de Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, bajo el sistema de contratación a Suma Alzada. Es en la administración de éste, en el que se busca analizar y mejorar el valor del proyecto con el uso de la metodología de ingeniería de valor.

La metodología de la ingeniería de valor, debe permitir a la administración del proyecto, optimizar la calidad, el desempeño y reducir costos totales del ciclo vital del proyecto, desde las etapas tempranas, que son el diseño y la construcción. La aplicación de ingeniería de valor puede hacerse en cualquier etapa del diseño, inclusive durante la construcción del proyecto; sin embargo, los mayores beneficios se conseguirán si se aplica lo más pronto posible en el proyecto; además, el esfuerzo y el costo involucrados serán mucho menores.

La meta principal en la ejecución del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, es desarrollar y completar los trabajos en el menor plazo y al menor costo posible, cumpliendo con todas las condiciones y requisitos especificados por el cliente y según el contrato, y acorde con la legislación vigente, garantizando un producto que cumpla con los más altos estándares de calidad, seguridad y medio ambiente.

1.5. Limitaciones

La presente investigación se desarrolló en el Departamento de Piura, Provincia de Talara, Distrito de Pariñas, durante el desarrollo del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, del cliente Petróleos del Perú, industria de Petróleo y Gas.

La presente investigación se enfocó principalmente en la administración del proyecto durante el plazo estipulado de desarrollo, el mismo que es de doscientos setenta (270) días calendarios. Se debe tener especial consideración en que el desarrollo de la ingeniería, procura y construcción se realizó mediante la

modalidad Fast Track (superposición de actividades de ingeniería / construcción).

En esta parte es importante aclarar que este plazo (270 días) es del desarrollo de la ingeniería, procura y construcción del proyecto en sí, más no del informe de investigación.

El informe de investigación propiamente, luego de su formulación y recolección de datos entre noviembre 2016 y enero del 2017, tuvo un plazo importante en el procesamiento, análisis e interpretación de la información del proyecto para tomar las decisiones con respecto a qué funciones pueden ser alteradas y cuáles deben ser reemplazadas, de modo que se optimicen los costos y el rendimiento con la aplicación de la metodología de la ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos, en la etapa preliminar del PMRT. Finalmente, se redactó, presentó y sustentó el informe final, todo esto entre febrero 2017 y septiembre del 2017.

Antes de implementar la metodología de la ingeniería de valor, fue necesario familiarizarse con las bases del diseño de la ingeniería, el plan de costos, el plan de calidad y el plan de la gerencia, a fin de que la administración del proyecto a través de la ingeniería de valor, nos posibilite el control de los alcances del proyecto, de los niveles de calidad aceptables y de las decisiones relacionadas al diseño sin que se produzcan sobrecostos,

La administración del proyecto estuvo liderada por un equipo orientado al uso eficiente de los recursos, gestionando de manera organizada y coordinada durante todas las fases (ingeniería, procura y construcción) del mismo, el equipo mantuvo una gran actitud y el conocimiento para identificar y reducir los costos

innecesarios, a fin de lograr los objetivos trazados del Cliente, proyecto y la empresa constructora.

Considerando que el presente informe de investigación se enfocó en la administración del proyecto, que significó utilizar recursos como tiempo, dinero, recursos humanos, materiales, espacio, comunicación, calidad, riesgo, interesados, etc., para llevar a cabo el conjunto de tareas necesarias para mantener, de forma permanente y continua, la operatividad de la acción del proyecto, el presente informe no busca enfocarse en conocimiento técnico / constructivo específico.

En el desarrollo de la presente investigación se tuvieron que salvar algunas dificultades como la participación de un gran número de especialistas e interesados, los factores no tangibles como la funcionalidad y el gran número de alternativas como posibles soluciones al problema y la recolección de datos e información en la modalidad de ejecución Fast Track son algunas de las características especiales del proyecto; sin embargo con el aporte de profesionales de amplia experiencia y en particular del equipo de dirección de proyecto (EDP), a los que se consultó, logrando resolver su culminación.

1.6. Viabilidad de estudio

El presente informe de investigación fue posible en razón de que se contaba con la disponibilidad de información necesaria y al mismo tiempo se contó con el tiempo, recursos financieros, humanos y disposición de los principales colaboradores que nos ayudaron al análisis. Asimismo, tuvimos acceso al lugar donde se realiza la investigación.

Se contó con la colaboración de personal clave del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, los mismos que nos apoyaron desinteresada e incondicionalmente con datos vitales, por cuanto los resultados de la investigación también son de su interés.

La viabilidad de la investigación estuvo garantizada por la metodología de investigación aplicada y las técnicas e instrumentos utilizados, lo que permitió plasmar los resultados de la metodología de la ingeniería de valor aplicada a la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC obteniéndose una mayor productividad y por ende un valor para el cliente y cumplimiento con los objetivos trazados del proyecto de investigación.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

Para la presente investigación se tomó como referencia los variados estudios con sus respectivas caracterizaciones particulares; que se relacionan con el contenido del objeto de investigación. Estos antecedentes que sustentan la investigación son:

2.1.1. Origen de la Metodología de la Ingeniería de Valor.

La metodología tiene sus orígenes en Estados Unidos, en la época de la segunda guerra mundial, en el seno de la empresa General Electric. Fue ideada por un ingeniero de esta compañía, Lawrence D. Miles, luego de hacerse una pregunta clave: ¿A nadie le importa cuánto cuestan las cosas? Esto llevó a Miles a tener a su cargo el área de compras con la encomienda de demostrar que la reducción de costos, la innovación y la calidad no están peleadas.

Lawrence D. Miles, se ganó la oportunidad de profundizar en la elección de materias primas basado en el análisis de sus funciones, lo que ayudó a perfeccionar su idea y contribuyó a que General Electric cree una nueva área a cargo de Miles enfocada en la reducción de costos. Poco a poco puso en marcha un riguroso plan de trabajo que produjo reducciones hasta del 40%.

Apenas había terminado la segunda guerra mundial cuando la escasez de asbesto, que era el material de uso más común en la construcción era escaso, ocurrió en 1947 en la compañía General Electric. A través de algunos proveedores especiales General Electric descubrió que había un sustituto del asbesto a un menor costo, sin embargo, las regulaciones de control de

incendios, que recomendaban el uso del asbesto en edificación, prohibía el uso de dicho material sustituto.

El incidente benefició a General Electric en el largo plazo, ya que hizo una extensa investigación de materiales y productos distintos a los que utilizaba. Este esfuerzo dirigido por Lawrence D. Miles fue estructurado para encontrar el mejor método para incrementar el valor de cualquier producto. Su intención fue buscar costos de fabricación innecesarios e indicar las formas de reducirlo sin reducir el rendimiento del producto.

Esta metodología originaria, bautizada por el propio Miles como “Análisis de Valor”, derivó rápidamente desde una primera aplicación en el proceso de compras de la compañía hacia las áreas de ingeniería y producción, donde se introdujo la denominación de “Ingeniería de Valor”.

El desarrollo de la metodología de ingeniería de valor, se sintetiza en la figura 1, en la cual se visualiza la extensión de la aplicación de dicha técnica al sector de la construcción y a otras etapas del ciclo de vida del producto distintos de las de diseño e ingeniería.

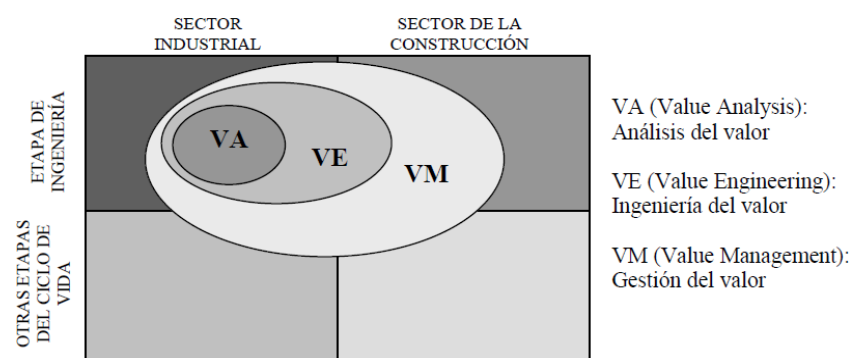


Figura 1. Extensión de la metodología de ingeniería de valor.

2.1.2. Antecedentes internacionales.

Chougule y Kallurkar (2012), en su artículo “*Application of Value Engineering for Cost Reduction - A Case Study of Universal Testing Machine*”, indican que en la India, la ingeniería de valor es asociada principalmente a cualquier diseño alternativo con la intención de reducir costos de un proyecto sin reducir la calidad y rendimiento (desempeño), que es simplemente una de las intenciones iniciales de la ingeniería de valor.

Señalan a la ingeniería de valor como la aplicación sistemática de técnicas reconocidas que identifican la función del producto o servicio, proporcionan la confiabilidad de la función necesaria al menor costo total. El propósito del enfoque sistemático de la ingeniería de valor es proveer a cada individuo la habilidad para analizar deliberada y sistemáticamente y controlar el costo total del producto. Este control total de los costos se logra, principalmente, mediante el análisis sistemático y el desarrollo de medios alternativos para lograr las funciones que se desean y requieren. El propósito del enfoque sistemático de la ingeniería de valor está bien atendido cuando el usuario es capaz de definir y segregar lo necesario de lo innecesario y por lo tanto desarrollar medios alternos para llevar a cabo lo necesario a un costo menor. Por lo tanto, la ingeniería de valor puede definirse como "un procedimiento organizado para la identificación eficiente de costos innecesarios".

En el artículo, los autores presentan el caso de estudio de una Máquina de Prueba Universal (UTM) en el que el material, el diseño de componentes se cambia de acuerdo con la metodología de ingeniería de valor. En el caso de

estudio, se observa que el aumento innecesario en el costo se debe al uso de material costoso, al aumento en la variedad de artículos de soporte físico y por lo tanto aumento del inventario y así sucesivamente. Seleccionan algunos componentes de la Máquina de Prueba Universal como por ejemplo la rueda manual, la perilla de selección de rango, el conjunto de soporte de cojinete superior, el soporte de marcación, el engranaje de grabador, etc. y aplicando la técnica de ingeniería de valor reducen los costos de dichos componentes.

En México, D.F., el tesista Calzeta Valdés (2012), en su investigación “Ingeniería de Valor. Beneficios y oportunidades de incremento del valor en obras de ingeniería civil”, hace una propuesta para poder incrementar la funcionalidad y reducir los costos totales, haciendo uso de la metodología llamada Ingeniería de Valor, con la cual busca elaborar un plan de trabajo en donde se puedan generar dichas alternativas creativas y funcionales, con las cuales se pueda tener un incremento significativo del valor de un proyecto.

El objetivo general de su trabajo es definir las estrategias y condiciones generales para la correcta aplicación de la ingeniería de valor y consecuente reducción de costos en obras de infraestructura. A manera de hacer el bosquejo presenta la aplicación de la Ingeniería de Valor en el diseño del puente Las Lajas III.

Manifiesta que hoy en día la ingeniería de valor está brindando excelentes resultados como método de reducción de costos y aunque en México apenas vaya tomando forma su aplicación a la construcción y arquitectura, es posible que en un futuro presente buenos resultados como en otras partes del mundo

donde se ha aprovechado más esta metodología. Para poder aplicar bien la metodología Ingeniería de Valor hay que asegurarse que se está comprendiendo en su totalidad la función que nuestra obra y sus componentes cumplirán.

Bolaños (2011), en su artículo “Ingeniería de Valor”, indica que la ingeniería de valor es un método para resolver problemas, y reducir costos, al mismo tiempo, mejora los requerimientos de calidad y desempeño.

Puede ser aplicada a cualquier sector: construcción, gobierno, industria, y otros. Para que sea más efectiva debe realizarse en las etapas iniciales del proyecto, para de esta forma prever desde un inicio la mayoría de las variables involucradas.

Presenta el caso de la aplicación de esta metodología en el proyecto Complejo Hotelero de Costa Rica.

En Chile, el tesista Lara Castillo (2007), en su investigación “Estudio de Optimización de Costos y Productividad en la Construcción de Viviendas de Hormigón”, define en términos generales, que la ingeniería de valor consiste en una aplicación profesional y un enfoque ordenado de trabajo en equipo que se orienta al análisis de la función de costos para mejorar el valor del producto y facilitar el diseño, sistema o servicio. Su utilización es considerada como una estrategia de negocios muy exitosa a largo plazo.

La ingeniería de valor considera ciertos factores para su utilización, tales como: ¿A quién afecta los costos?, ¿Hacia dónde va el capital del dueño

durante el período de diseño, construcción, mantención y operación?, determinación de los instantes en que la ingeniería de valor saque mayor provecho, considerar la validez de los costos estimados, entre otras cosas.

Lara Castillo cita a (Dell'Isola, 1982) y manifiesta que dentro de lo que es la ingeniería de valor existe un concepto que será de utilidad para el estudio. Este concepto es el de Function Analysis System Technique (FAST). La utilización de FAST involucra un diagrama de bloque basado en respuestas a las preguntas: ¿Qué? ¿Cómo? ¿Por qué? El resultado es una jerarquía de funciones mostrando relaciones lógicas: Por qué/Cómo, las cuales proveen un análisis de funciones para lograr un objetivo. FAST se ha utilizado principalmente para obtener reducciones de costo por identificación simplificadora y perfeccionadora de las funciones básicas de los ítems analizados y mejorando la creatividad durante el uso del plan de trabajo de la ingeniería de valor.

La investigación de Lara Castillo (2007), indica que dadas todas las etapas en la ejecución de la obra gruesa de la construcción de la vivienda, es importante buscar distintas alternativas para la mayor cantidad de éstas, de manera que con dichas alternativas se pueda escoger aquellas que permitan disminuir costos y aumentar la productividad de la mejor forma.

2.1.3. Antecedentes nacionales.

En el Perú, dentro de la literatura revisada, se ha encontrado trabajos importantes relacionados con el aseguramiento de valor en los proyectos. Un

aporte valioso es la tesis de Neyra García (2008), “Asegurando el Valor en Proyectos de Construcción: Un Estudio de las Técnicas y Herramientas Utilizadas en la Etapa de Diseño”.

La tesis presenta dos metodologías, complementarias entre sí, para la gerencia del costo y de la calidad en un proyecto de construcción. Estas metodologías son Diseñar al costo (Design to cost) e Ingeniería de Valor (Value Engineering). Mediante la integración de éstas, elabora una propuesta de un proceso integral de gerencia del diseño llamado Gerencia del Diseño con Valor, la cual busca obtener diseños que satisfagan adecuadamente las necesidades de los usuarios y con los cuales se obtenga el mayor valor para la inversión del cliente. El autor afirma que los buenos diseños son necesarios para conseguir proyectos exitosos y con ello la satisfacción del cliente.

Neyra García (2008), también menciona: “que si bien muchas veces es discutida la aplicación de los estudios de la ingeniería de valor por la inversión de recursos extras en el proyecto”, pero recalca que “en la literatura se pueden encontrar numerosas investigaciones que demuestran que esta inversión es insignificante comparada a las ventajas que se pueden conseguir con estos estudios”. Adicionalmente, muestra una conversación vía correo electrónico de Male (2006) donde dice textualmente lo siguiente: “Nuestra experiencia ha demostrado que sin importar qué tan bueno sea un diseñador es el exhaustivo e integral alcance de la Ingeniería de Valor mediante la realización de intensivos estudios que producen ideas/soluciones que los procesos normales no producen”.

En la 19a Conferencia Anual del Grupo Internacional de Lean Construction, en Lima - Perú, Ruiz et al. (Julio 2011), presentaron una investigación sobre el uso sistemático de ingeniería de valor en el proceso de desarrollo de un producto (An Investigation Into the Systematic Use of Value Engineering in the Product Development Process), y manifiestan que la ingeniería de valor es una técnica metódica que tiene como objetivo conseguir el mejor equilibrio funcional entre el costo del producto, la calidad y el rendimiento, y es la herramienta operacional que facilita el logro del costo objetivo en un proceso de desarrollo de productos. La ingeniería de valor está alineado con las filosofías recientes para una gestión proactiva de costos mediante el análisis de los parámetros de costos y controlando en las etapas tempranas del proceso de desarrollo de productos. Una típica ingeniería de valor lleva a cabo estudios de la descomposición de las funciones del producto, y una posterior evaluación de las mismas, con el fin de perseguir reducciones de costos sin interrumpir la funcionalidad del producto, la calidad y la entrega de valor a los clientes / usuarios. Este estudio investiga cómo utilizar la técnica de la ingeniería de valor en un producto de construcción de una forma sistematizada. Los autores indican que mediante el uso de la ingeniería de valor, se logró una reducción de costos en el orden del 12%, incluso con la adición de dos nuevos artículos, mejorando la entrega de valor a los usuarios finales.

Con estos antecedentes, hoy en día la ingeniería de valor está siendo cada vez más aceptada en el mundo como método para asegurar el valor de productos y servicios. Tanto en las empresas como en los proyectos, para alcanzar el

propósito de asegurar el valor, se debe trabajar en conjunto y de manera coordinada con los diseñadores, ingenieros, control de calidad, compras, y desde luego con el total respaldo de la alta administración de la empresa y/o proyecto.

Si bien es cierto, la metodología de la ingeniería de valor resulta relativamente moderna y más aún su aplicación, podría resultar tentador pensar que la administración de proyectos también es una disciplina moderna, sin embargo, sus conceptos principales tienen sus orígenes a finales del siglo XIX. A continuación colocamos en la figura 2 los más grandes desarrollos y eventos, llevándolos tan lejos como hay registros.

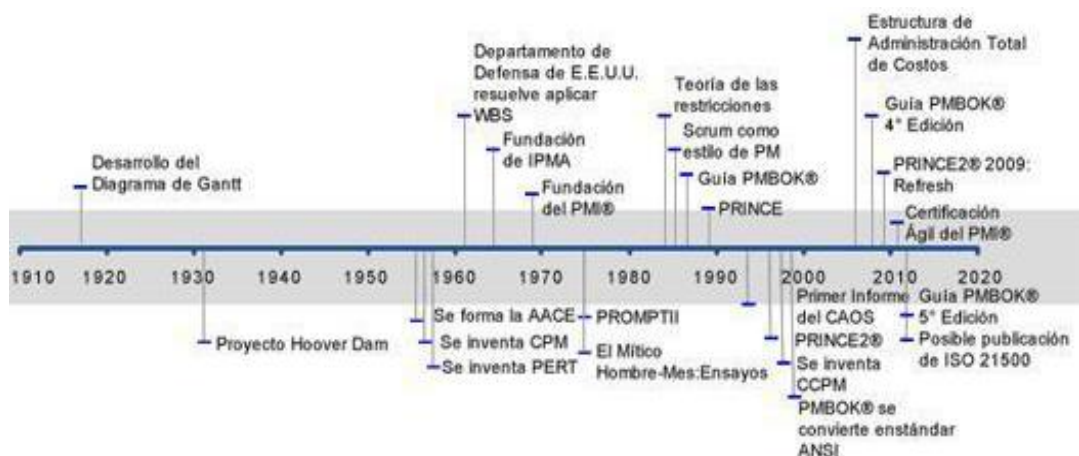


Figura 2. Evolución de la administración de proyectos.

Aunque ha habido alguna especie de administración de proyectos desde el inicio de la civilización, la administración de proyectos, en su forma moderna, comenzó a afianzarse hace solo unas décadas. A principios de los años sesenta del siglo pasado, las empresas y otras organizaciones comenzaron a observar las ventajas de organizar el trabajo en forma de

proyectos. Esta perspectiva de organización centrada en proyectos evolucionó aún más cuando las organizaciones empezaron a entender la necesidad fundamental de que sus empleados se comuniquen y colaboren entre sí al tiempo que integran su trabajo en diferentes departamentos, profesiones y, en algunos casos, industrias completas.

Según Lledo (2013), histórica y tradicionalmente los preceptos básicos de administración de proyectos están representados por el triángulo del proyecto o restricción triple (trío formado por alcance, costo y tiempo), sin embargo hoy en día se sigue utilizando el término “restricción triple”, pero en la ecuación de restricciones ya no hay sólo tres variables, sino que se incluyen las siguientes seis variables: alcance, tiempo, costo, calidad, riesgo y satisfacción del cliente. Debemos comprender cómo es la interrelación entre estos componentes del proyecto para desarrollar un plan realista y alcanzable. Si cambia un componente de la restricción triple, se debe evaluar el impacto en el resto de las variables.

Ante esta problemática, a la actualidad se ha desarrollado métodos internacionales y estándares para una mejora del desempeño de proyectos y un incremento en la tasa de éxito de los mismos. Dentro de los métodos que mantienen una perspectiva tradicional destacan las metodologías y estándares propuestos por organizaciones tales como el Project Management Institute (PMI), International Project Management Association (IPMA) y Prince2 (Projects In Controlled Environments). Hace hincapié en que desde la creación

de dichos métodos hasta la actualidad, las industrias han ido evolucionando en forma considerable, lo que ha generado nuevos paradigmas.

De acuerdo con Chaos Report (2013) solo el 39% logra el éxito de acuerdo a los términos tradicionales de tiempo, costo y alcance. En la mayoría de casos, se presenta un sobre costo, sobretiempo y déficit de beneficio. Sin embargo aun cuando se lograrían cumplir con los criterios tradicionales de éxito, persiste la posibilidad de no generar valor para el cliente. Plantea que un proyecto es exitoso solo si entrega el valor esperado al cliente. Es decir se necesita flexibilidad en la definición del alcance del proyecto, en la medida en que los requerimientos y valoraciones del cliente respecto a lo que desea o necesita varían con el tiempo. Los métodos tradicionales consideran el alcance como un punto fijo, del cual parte la planeación para estimar costo y tiempo. Hace una propuesta en la que se mantiene las estructuras de costo y tiempo, mientras que la definición de alcance se vuelve flexible, impulsada por el valor que se desea generar para el cliente. Esta nueva propuesta para lograr el cambio de paradigma es la aplicación de procesos ágiles o administración ágil de proyectos.

En la presente investigación se mostrará como la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, tomó parte de las buenas prácticas del enfoque tradicional y de la nueva propuesta de administración ágil durante el desarrollo del proyecto.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Ingeniería de Valor.

Valor. Este término sin duda es el más importante y debe ser entendido claramente para comprender el objetivo de la metodología de la ingeniería de valor.

Para, Albarrán y Gala (2015), valor significa darle al cliente lo que requiere, cuando lo requiere.

Baena (2015), dice que el valor es la relación entre cómo satisfacer las necesidades de un cliente o usuario y el costo en que se incurre.

La Norma UNE-EN 12973:2000 da el concepto de Valor en términos relativos, y no en términos absolutos. Para medir el valor de un producto, proceso y/o servicio, se medirá el valor de cada una de las funciones que debe cumplir este, para satisfacer las necesidades de los clientes/usuarios. Por tanto, para alcanzar un buen valor en su conjunto se deberá equilibrar una serie de parámetros para llegar a una situación óptima.

El concepto de valor (The Institute of Value Management, 2006). Se define mediante la relación entre la satisfacción de las necesidades del cliente y los recursos empleados para ello, esto queda representado mediante la Ecuación

$$\text{Valor} = [\text{Satisfacción de Necesidades}] / [\text{Uso de Recursos (Coste)}]$$

Según Neyra García (2008), para el Construction Industry Council del Reino Unido, el objetivo de la administración de proyectos en la industria de la construcción es agregar valor específico y significativo al proceso de desarrollo de los proyectos.

Dentro de una organización, la mejora de valor puede venir representada por un cambio en la forma en la que los procesos se llevan a cabo, de forma que el mismo resultado (producto/servicio) se alcance en un tiempo menor o con menos recursos.

La optimización del valor se alcanza equilibrando la satisfacción de las necesidades, frente a los recursos utilizados. Es importante considerar que el valor puede mejorar al incrementar la satisfacción de las necesidades incluso si los recursos utilizados aumentan, siempre que la satisfacción de necesidades aumente más que el incremento en el uso de los recursos.

Es importante mencionar que se tiene niveles de relación entre la Administración de proyectos, el Cliente y los Interesados. El primer nivel de relación, denominada gestión enfocada en el producto, está orientado principalmente a la obtención del mayor beneficio para el cliente en términos de costo, tiempo y calidad del proyecto. El segundo nivel de relación, denominada gestión enfocada en el valor, está orientado a la maximización de valor del proyecto mediante la determinación de lo que los interesados realmente necesitan y que finalmente va a producir mayores beneficios para el negocio del cliente.

Por ello, el valor debe ser el equilibrio que se tenga entre el cliente y los interesados, es decir que el equipo de diseño de la empresa pueda analizar y modificar el proyecto reduciendo los costos, pero orientado por el valor de los interesados.

Función. Se define como el propósito o uso específico que se pretende dar a algún sistema o elemento.

Según Kelly et al. (2004) el término función se define como “una actividad o acción característica para la cual una cosa es utilizada o para la cual algo existe”.

Ingeniería de Valor. Originariamente llamada por Miles (1967) como “Análisis de Valor”, y lo define como un método sistemático para mejorar el “valor” de los bienes o productos y servicios a través un estudio de su función.

La ingeniería de valor es la aplicación sistemática de técnicas reconocidas que identifican la función de un producto o servicio, establece un valor monetario para cada función y aportan la fiabilidad necesaria en la consecución de estas con el mínimo coste global. (Mudge, 1971)

Dell’Isola (1997) sostiene: “El proceso de Ingeniería del Valor identifica oportunidades para reducir costos innecesarios y asegurar que la calidad, confiabilidad, desempeño, y otros factores críticos cumplan o excedan las expectativas del cliente. Las mejoras son el resultado de recomendaciones

hechas por equipos multidisciplinarios que representan a todas las partes involucradas.”

La guía del PMBOK 5ta. Ed. (2013) define a la ingeniería de valor como un enfoque utilizado para optimizar los costos del ciclo de vida del proyecto, ahorrar tiempo, aumentar las ganancias, mejorar la calidad, ampliar la participación en el mercado, resolver incidentes y/o utilizar recursos de forma más efectiva.

Atabay y Galipogullari (2013), define a la ingeniería de valor como una análisis de las funciones de un programa, proyecto, sistema, producto, equipo, edificio, instalación o suministro de una agencia ejecutiva, realizada por personal calificado o contratista, dirigida a mejorar el rendimiento, la fiabilidad, calidad, seguridad y ciclo de vida. Puede introducirse con éxito en cualquier momento del ciclo de vida de productos, sistemas o procedimientos.

En otras palabras la ingeniería de valor identifica las actividades necesarias para un proceso de desarrollo de un producto o servicio, y encuentra la forma más económica de lograrlo, manteniendo y/o mejorando la calidad, el desempeño y la funcionalidad.

La mejora de un proceso nunca debe poner en peligro la calidad de un producto, especialmente en términos de seguridad y fiabilidad.

Según los objetivos del proyecto, el sistema de gestión empleado y el tiempo en el cual el estudio de la ingeniería de valor es llevado a cabo se pueden obtener beneficios tales como ahorro de dinero, reducción del tiempo y

mejoras en la calidad, la confiabilidad, el mantenimiento y el desempeño del proyecto (Dell’Isola, 1997).

Metodología de la Ingeniería de Valor. Como mencionamos anteriormente, las raíces de la metodología está en el seno de la empresa General Electric, fue ideada por L. Miles, quien propuso una metodología de trabajo en equipo orientada principalmente a la reducción de costos mediante el análisis sistemático de los productos basados en conseguir lo que denominó “función” del producto al menor precio posible. El “valor” quedaba definido, por tanto, como una relación entre ese concepto de “función” (objetivo o propósito del producto) y su costo.

La metodología de la ingeniería de valor, puede aplicarse a cualquier negocio o sector económico, incluyendo el gobierno, la industria, el desarrollo de sistemas, la construcción y los servicios. Para la presente investigación detallaremos la aplicación propiamente en la industria de la construcción como un proceso estructurado de evaluación de la funcionalidad de un proyecto, para poder asegurar que se está entregando al cliente un proyecto de valor y con sus beneficios en cuanto a costo, calidad y desempeño.

Por lo anterior mencionado, en algunas ocasiones se le considera erróneamente como un método para reducir costos de una obra o instalación, sin embargo los méritos de la metodología consiste en llevar a cabo estudios o revisiones a lo largo del desarrollo del proyecto como planeamiento, diseño, construcción, y mantenimiento y operación. Por ello podemos decir que más que una mera reducción de costos, la metodología de la ingeniería de valor,

como un proceso dirigido a la creación de valores / incremento de valor, tiene su mayor oportunidad de éxito en el proceso de diseño e inicios de la construcción, por ende es un importante método de validación del proceso de diseño y construcción.

La figura 3 nos muestra el valor que obtendremos si la metodología se aplica lo más temprano posible en un proyecto.

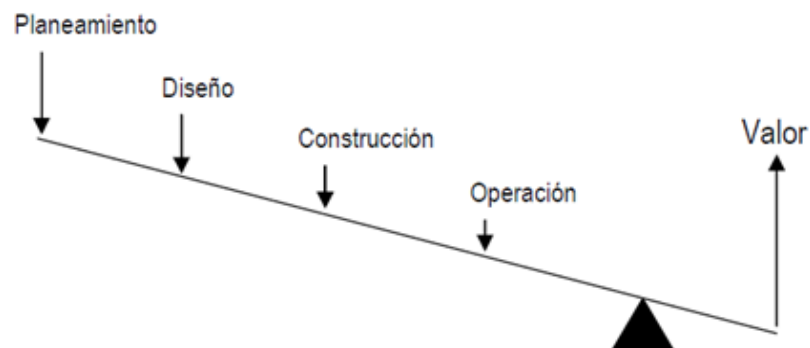


Figura 3. La palanca del valor.

Es importante mencionar que la metodología de la ingeniería de valor no debe ser vista simplemente como una revisión del diseño o la aplicación de una serie de pasos para obtener un resultado. Como indica Cullen (2006), la ingeniería de valor “es un esfuerzo creativo y organizado que analiza los requerimientos de un proyecto con el propósito de conseguir las funciones esenciales al menor costo total durante toda la vida del proyecto”.

La metodología de la ingeniería de valor se puede aplicar en cualquier etapa de un proyecto posterior a la del diseño sin embargo, no es igual de efectiva en todas ellas, pues hay un ahorro potencial que disminuye al transcurrir las etapas.

Según Calzeta Valdés (2012), la metodología de ingeniería de valor incluye los siguientes aspectos:

- Identificar los principales elementos de un producto, servicio o proyecto.
- Analizar las funciones que realizan los elementos del proyecto.
- Crear diseños alternativos para ejecutar estas funciones (tormenta de ideas).
- Evaluar todas las alternativas que mantengan intactos los objetivos del proyecto.
- Asignar costos (incluso los costos de su ciclo de vida total) a cada una de las alternativas (más prometedoras).
- Desarrollar recomendaciones aceptables para las alternativas seleccionadas.

El enfoque formal para la ingeniería de valor es a menudo referido como el plan de trabajo. El plan de trabajo de ingeniería de valor comprende varias etapas, Pre-Estudio, el Estudio de Valor y Post-Estudio. Según Eldash (2015), generalmente, aunque hay posibles variaciones, el siguiente detalle forma la esencia del plan de trabajo.

1. Pre – Estudio: las tareas de preparación incluye seis áreas:

- Definición de requerimientos del cliente o usuario.
- Recolección de la información del proyecto.
- Determinación de factores de evaluación.
- Alcance del estudio.
- Construcción de modelos.

- Conformación del equipo.

2. El Estudio del Valor: El estudio del valor constituye la aplicación de la metodología de la ingeniería de valor, compuesta de seis fases: Información, análisis de la función, creatividad, evaluación, desarrollo y presentación.

- Información: aquí se complementa los datos recopilados en el pre-estudio.
- Análisis de la función: analiza las áreas de mayor beneficio para continuar el estudio.
- Creatividad: desarrolla una lluvia de ideas para realizar las funciones.
- Evaluación: clasificación y evaluación de ideas de acuerdo al cumplimiento de diferentes criterios del proyecto.
- Desarrollo: selecciona y prepara la mejor alternativa para la mejora del valor.
- Presentación: El objetivo de la fase de presentación es obtener el consentimiento y un compromiso por parte del diseñador, patrocinador del proyecto y otros directivos para proceder con la implantación de las recomendaciones.

3. Post – Estudio: el objetivo de esta etapa es la implantación de todas las medidas tomadas en el estudio del valor. En tanto que el líder del equipo del valor pueda rastrear el progreso de la implantación, en todos los casos será la persona designada como responsable de la implantación. Cada una de las alternativas debe ser diseñada y confirmada independientemente, antes de su implantación en del proyecto, incluyendo los cambios contractuales, si se requiere. Además se recomienda que los departamentos de finanzas realicen

una auditoría para verificar los beneficios del estudio de la Ingeniería del Valor.

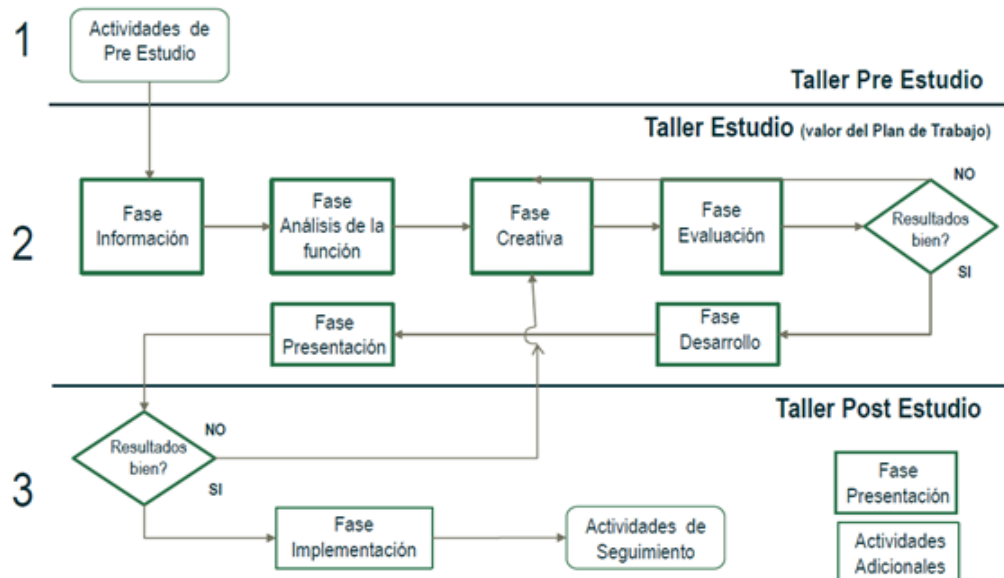


Figura 4. El plan de trabajo de ingeniería de valor.

Resulta importante aclarar que todas las etapas y fases se realizan secuencialmente. A medida que avanza el estudio de valor nuevos datos e información pueden hacer que el equipo de estudio vuelva a fases anteriores dentro de una etapa sobre una base iterativa. Por el contrario, las fases dentro de las etapas no se saltan.

Así como el concepto de “valor” es fundamental dentro de la metodología de la ingeniería de valor, el concepto de “costo” también lo es, por ellos a continuación se presenta este concepto.

Costo. La edición de 1992 del diccionario de la lengua española, lo define como gasto realizado para la obtención o adquisición de una cosa o servicio.

Para lo que nos ocupa en la presente investigación, tomaremos como referencia también la definición de Giménez (2001), que define costo como una serie de esfuerzos y recursos para producir algo, aun cuando la consideraríamos más adecuada si con el verbo “producir” quisiera significar una serie muy amplia de conceptos (productos, entregables o proyectos), y no referirse solamente a un bien físico o a un servicio.

Gestión de costos. La gestión de costos, de acuerdo al PMBOK 5ta Ed., involucra planificar, estimar, presupuestar, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

Para la gestión de costos, es importante conocer en orden de importancia los requerimientos y deseos del cliente para poder realizar, si es necesario, las modificaciones en las etapas tempranas sin reducir el valor que el cliente pueda recibir del proyecto,

Es importante también establecer hitos para las revisiones de los costos y aprobaciones del cliente Según Crow (2000), los clientes usualmente adquieren productos con funciones y características que exceden sus necesidades y se preguntan cuánto dinero es desperdiciado en estas capacidades innecesarias.

Principalmente la industria manufacturera emplea una técnica costeo que consiste en fijar un costo objetivo para el producto a ser desarrollado y luego diseñar sin superar este costo. Es decir, el costo es un parámetro de diseño y no una consecuencia de él, lo que reduce la inversión de dinero y tiempo.

La aplicación de esta técnica en la industria de la construcción ha sido estudiada principalmente por Glenn Ballard, uno de los directores del Lean Construction Institute.

El costo objetivo presenta una visión completamente global de los costos ya que llega a tener en cuenta los costos generados en todas las etapas del ciclo de vida del proyecto. Si el costo objetivo del proyecto es mayor al costo incurrido en un proyecto (el que resulta como consecuencia de ejecutarlo), el proyecto cumpliría con las restricciones económicas y cumpliríamos el fin de no sobrepasar el presupuesto que tenemos asignado.

Esta estrategia permite tomar mejores decisiones. Al haber proyectado los costos se pueden evaluar diferentes alternativas en etapas aún tempranas para aquellos elementos que superan los costos objetivos (Crow, 2000).

Reducción de costos: Permite en definitiva, mejorar la rentabilidad de un proyecto, manteniendo o incrementando el beneficio esperado. La clave del éxito en este tema radica en el conocimiento, la previsión y control de los costos, aunque muchas veces los proyectos suelen errar el camino apropiado para lograr dichas metas. Es importante tener presente que no solo se trata de reducir los costos totales, sino de disminuir los costos por cada entregable, eliminando los costos innecesarios.

La reducción de costos debe constituir una tarea esencial del equipo de dirección de proyecto, debiendo establecer políticas y criterios convincentes

para poder crear después en toda el proyecto una mentalidad de ahorro y eficiencia.

Cuando en ingeniería de valor se habla de reducir costos, se podría referir a costos totales del ciclo de vida o a los costos directos de construcción.

Costo de oportunidad. El costo de oportunidad de un recurso es su mejor alternativa dejada de lado. Al estimar el costo de las actividades del proyecto, no sólo se deben incluir las salidas de caja, sino también los costos de oportunidad de cada recurso.

Valor ganado. El valor ganado es la medida del trabajo realizado en términos de presupuesto autorizado para dicho trabajo. Es el presupuesto asociado con el trabajo autorizado que se ha completado.

Costo de la calidad: El costo de la calidad se refiere al costo total del trabajo conforme y del trabajo no conforme que se deberá realizar en un proyecto. Incluye los costos de prevención y evaluación (costos de cumplimiento) y los costos de falla (costos de no cumplimiento). Se puede incurrir en costo del trabajo para la calidad todo a lo largo del ciclo de vida del entregable.

Antes de entrar al campo conceptual de la administración de proyectos, es preciso decir que la ingeniería de valor no es sólo un proceso de administración, sino una filosofía de administración de proyectos.

2.2.2. Administración de Proyectos.

Administración. Etimológicamente proviene del latín *ad* (hacia, dirección), y *minister* (subordinación, obediencia, al servicio de); y significa aquel que realiza una función bajo el mando de otro; es decir, aquel que presta un servicio a otro de la sociedad (Reyes, 2004), haciéndola más productiva (eficiencia), para el cumplimiento de sus objetivos (eficacia/efectividad) (Chiavenato, 2004). Por ello la administración es una ciencia social.

Considerando lo anterior, se puede conceptualizar a la administración como el esfuerzo humano coordinado para obtener la optimización de todos los recursos a través del proceso administrativo, a fin de lograr los objetivos organizacionales.

A continuación se presentan las definiciones de los principales autores de Administración.

Frederick W. Taylor (padre de la Administración científica): Administrar es asegurar el máximo de prosperidad, tanto para el empleador como para el empleado. Se centra en el trabajador.

Henry Fayol (padre de la Administración moderna): Administrar es planear, organizar, dirigir, coordinar y controlar. Se centra en la organización.

Adam Smith: La administración se requiere para llevar una empresa hasta el más alto grado de opulencia hasta lo más bajo de barbarismo, llevando a cabo

una administración tolerable de la justicia, el resto lo aportará el curso natural de las cosas.

American Management Association: Administrar es la actividad por la cual se obtienen concretos resultados a través del esfuerzo y la cooperación de otros.

Idalberto Chiavenato: Administrar es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales.

Harold Koontz y Cyril O'Donnell: Es la dirección de un organismo social y su efectividad en alcanzar sus objetivos, fundada en la habilidad de conducir a sus integrantes.

Henry Mintzberg: Administrar es sobre todo, una práctica en la que se funden arte, ciencia y habilidad.

Reyes Ponce: Administración es un conjunto de sistemático de reglas para lograr la máxima eficiencia en las formas de estructurar y manejar un organismo social.

Isaac Guzmán Valdivia: Es la dirección eficaz de las actividades y la colaboración de otras personas para obtener determinados resultados.

Características de la administración.

Diversos autores han definido las características de la administración. A continuación, las características de la administración, según los autores Terry y Franklin. (2000):

- La administración sigue un propósito. Una condición sin la cual no se administra es la de establecer previamente el objetivo que tenemos que alcanzar, sea implícito o enunciado específicamente.
- Es un medio para ejercer impacto en la vida humana. Es decir, la administración influye en su medio ambiente.
- Está asociada generalmente con los intereses de un grupo. Todo organismo acciona para alcanzar determinados objetivos, los que se logran más fácilmente, por medio de un grupo y no por una sola persona.
- Se logra por, con y mediante los esfuerzos. Para participar en la administración se requiere dejar la tendencia a ejecutar todo por uno mismo y hacer que las tareas se cumplan con y mediante los esfuerzos de otros.
- Es una actividad, no una persona o grupo de ellas. La administración no es gente, es una actividad, las personas que administran pueden ser designadas como directores, gerentes de área, jefes de departamento, etcétera.
- La efectividad administrativa requiere de ciertos conocimientos. Aptitudes y práctica. La habilidad técnica es importante para cumplir con un trabajo asignado.
- La administración es intangible. Su presencia queda evidenciada por el resultado de los esfuerzos.
- Los que la practican, no son necesariamente los propietarios, es decir administrador y propietario no son necesariamente sinónimos.

Funciones de la Administración.

Según Robbins y Coulter (2010) señalan que la administración cuenta con cuatro funciones en específico, que son las que permiten al Administrador y a la empresa como tal alcanzar las metas que se trazó desde un principio. Al respecto, estas funciones serían las siguientes:

Planificación: esta función le permite al Administración ir identificando los objetivos que busca alcanzar, así como las estrategias y planes que deberá colocar en ejecución para conseguirlo. Algo así como trazar la ruta de acción, lo cual le ayudará a dirigir a todo su equipo, prever situaciones, invertir eficientemente los recursos y evitar improvisaciones.

Organización: una vez trazado el rumbo de acción del ejercicio administrativo, el Administrador deberá hacer conciencia de sus recursos, tanto materiales como humanos y financieros, a fin de saber cómo los usará. De igual forma, deberá establecer el organigrama más beneficioso para sus objetivos, así como a quién delegar y cuáles tareas.

Dirigir: igualmente, el Administrador deberá tomar las riendas del equipo y liderarlo, buscando inspirar en sus compañeros el compromiso y la pasión por la empresa y las metas a seguir, a fin de crear relaciones de sinergia entre los miembros de su empresa, haciendo que todos operen en la misma dirección.

Control: finalmente, acorde con la naturaleza coordinadora y supervisora de la Administración, el Administrador deberá ejercer el control de los procesos, tareas, metas y funcionamiento de la Empresa en todo momento, a fin de

corroborar que las metas planificadas se hayan cumplido, así como para corregir cualquier desviación de ser necesario, todo esto en pro de cumplir con las metas trazadas, de forma eficaz y eficiente, y obtener el mayor provecho y beneficio para la empresa que dirige.

Proyecto. El término proyecto proviene del latín *proiectus*, que significa designio o pensamiento de ejecutar algo. Es un término suficientemente genérico y amplio como para ser aplicado a múltiples ámbitos de nuestra vida cotidiana. Podría definirse a un proyecto como el conjunto de las actividades que desarrolla una persona o una entidad para alcanzar un determinado objetivo. Estas actividades se encuentran interrelacionadas y se desarrollan de manera coordinada.

Como concepto técnico es probablemente el que más definiciones admite.

El Diccionario de la Lengua de la Real Academia Española, en una de sus acepciones define el término de proyecto como: “Conjuntos de escritos, cálculos y dibujos que se hacen para dar idea de cómo ha de ser y lo que ha de costar una obra de ingeniería o de arquitectura”.

Esta acepción se refiere generalmente al conjunto de documentos que confecciona la entidad conocida como empresa de proyectos para indicar todo lo relacionado con la ejecución de los proyectos.

La Enciclopedia del Management lo definen como: “Un proyecto es una combinación de actividades interrelacionadas que deben llevarse a cabo en un orden preestablecido para alcanzar un objetivo especificado”.

Como se observa en esta definición, proyecto es algo más que un conjunto de documentos, es más bien, un conjunto de actividades o tareas.

En el libro *Systems Analysis and Project Management* de Cleland y King (1983) se define como: “Proyecto es la combinación de recursos humanos y no humanos reunidos en una organización temporal para conseguir un propósito determinado”. Esta definición considera el conjunto de recursos y la estructura organizativa creada para alcanzar un objetivo.

Según el libro *Preparación y Evaluación de Proyectos* de los autores Nassir Sapag Chain y Reinaldo Sapag Chain (2008): "Un proyecto es la búsqueda de una solución inteligente al planteamiento de un problema tendiente a resolver, entre tantas, una necesidad humana".

Seres Figueroa, M. (2006), en su libro *Gestión Integrada de Proyectos*, define un proyecto como: “Operación científica que lleva a conseguir un objetivo material predeterminado junto a otros objetivos que lo envuelven, por modificaciones de la realidad exterior mediante unas acciones humanas que han sido seleccionadas y ordenadas con anticipación de acuerdo a unos criterios”. Se ha incluido el término “científica” para darle aún más universalidad, si cabe, a la definición. Se evita, en esta forma la pretensión en usar el modelo en proyectos filosóficos.

Para IPMA, un proyecto es una operación en la cual los recursos humanos, financieros y materiales se organizan de forma novedosa, para realizar un conjunto de tareas, según unas especificaciones definidas, con restricciones

de coste y plazo, siguiendo un ciclo de vida estándar, para obtener cambios beneficiosos, definidos mediante objetivos cuantitativos y cualitativos.

Según el ISO 21500, dicta que se considera como proyecto a todo conjunto único de procesos que consistan en actividades coordinadas y controladas, con una fecha de inicio y una de finalización, y que se lleven a cabo con un objetivo determinado

La Guía del Project Management Institute (PMBOK 5ta Ed., 2013) define un proyecto como: “Es un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal de los proyectos implica que tiene un principio y final definidos. El final se alcanza cuando se logran los objetivos del proyecto, cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán o no pueden ser cumplidos, o cuando ya no existe la necesidad que le dio origen al proyecto. Asimismo, se puede poner fin a un proyecto si el cliente (cliente, patrocinado o líder) desea terminar el proyecto”. Que sea temporal no significa necesariamente que la duración del proyecto haya de ser corta y para que sean exitosos estos resultados, desde la etapa de inicio, debemos hacer una gestión eficaz y eficiente.

Tipos de Proyectos.

De los distintos métodos de realización de proyectos que han aparecido como consecuencia de los avances tecnológicos, el que mejor refleja las transformaciones experimentadas en el sector construcción y que es de nuestro interés en la presente investigación es, sin duda el método "llave en

mano" o EPC. Con éste, desaparece la tradicional relación tripartita entre cliente (contratante), ingeniero y contratista, para quedar sustituida por una única relación entre cliente-contratista, en la que este último, junto a sus funciones tradicionales relacionadas con el suministro de equipos, la construcción y la puesta en marcha, asume la ingeniería del proyecto.

El contrato "llave en mano" o EPC es aquel en que el contratista se obliga frente al cliente o contratante, a cambio de un precio generalmente fijo o suma alzada, a diseñar, construir y poner en funcionamiento una instalación determinada que él mismo previamente ha proyectado. En este tipo de contrato el énfasis ha de ponerse en la responsabilidad global que asume el contratista frente al cliente.

Un contrato EPC (Engineering, Procurement and Construction), hace clara referencia a todo lo que incluye el contrato: el diseño, los suministros necesarios y la construcción. También estarán incluidos una serie de servicios adicionales necesarios para realizar esos tres objetivos principales de diseño, suministro y construcción:

- Tanto la ingeniería básica como la de detalle están incluidas en el alcance del contrato, y solo está excluida la ingeniería conceptual, que marca las especificaciones mínimas que debe cumplir la planta. En esta ingeniería conceptual se detallan tanto los grandes parámetros característicos que debe cumplir la instalación (potencia, consumo de auxiliares, consumo de combustible o de agua, parámetros de vertido, parámetros de las emisiones gaseosas, generación eléctrica en un periodo de tiempo determinado,

disponibilidad mínima, fiabilidad, etc.), como algunas condiciones técnicas menores que el propietario impone (inclusión de determinados equipos, normas de diseño o construcción, materiales que deben y no deben usarse, etc.) que deben respetarse en la realización del proyecto.

- La obtención de algunos o todos los permisos necesarios para la construcción y puesta en funcionamiento de las instalaciones.
- El suministro de parte o todos los materiales y maquinaria necesaria. En ocasiones el cliente se reserva la compra directa de determinados elementos estratégicos, aunque es más habitual que el cliente final no desee asumir las responsabilidades inherentes a excluir al contratista de suministrar esos elementos.
- El transporte de los equipos hasta la planta.
- La realización de las obras civiles necesarias.
- La construcción de las instalaciones provisionales de obra, necesarias para realizar la construcción.
- La instalación y montaje de todos los equipos que se precisen.
- La puesta en marcha o commissioning de la instalación.
- La realización de las pruebas de aceptación que la planta debe superar para realizar lo que se denomina ‘entrega provisional de la planta’.
- Un periodo de garantía, que abarca entre 1 y 3 años desde la entrega provisional.
- La realización de todos los puntos pendientes que se ha detectado durante la construcción y que han alcanzado el momento de entrega provisional sin terminar de resolverse. Normalmente el cliente acepta la instalación

provisionalmente a condición de que todos esos puntos detectados como no-conformes se solucionen.

- La realización de los planos definitivos o planos “as built” de la planta, en el que se reflejen todos los cambios que pueda haber habido en la planta sobre los diseños originales.
- La realización de los manuales de operación y mantenimiento de la planta.
- La formación completa del personal que debe operar las instalaciones.
- En muchos casos, el contrato incluye la operación y/o mantenimiento de la planta durante el periodo de garantía, de forma que el contratista no pueda achacar un mal funcionamiento a problemas derivados de la operación y mantenimiento, lo que generaría una constante discusión con el contratista, y que en algunos casos le permitiría eludir sus responsabilidades.
- La solución a todos los defectos que vayan apareciendo durante el periodo de garantía, y que sean achacables a los equipos o su instalación.
- La firma de la entrega definitiva de la planta, una vez transcurrido el periodo de garantía, solucionados todos los puntos pendientes y todos los puntos de garantía.
- En algunos casos, cada vez menos, la operación y mantenimiento de las instalaciones durante un largo periodo de tiempo. Se pretende evitar con ello que el contratista tenga una mentalidad a corto plazo, ya que si el contrato de operación y mantenimiento tiene el alcance correcto, todas las responsabilidades derivadas de un mal funcionamiento durante un largo periodo de tiempo serán responsabilidad del contratista, sin importar si se

trata de un problema de diseño, de construcción, de operación o de mantenimiento.

Administración de Proyectos. Empezaremos esta parte con algunas definiciones que nos ayudaran para el desarrollo teórico de la presente investigación.

La administración de proyectos es la disciplina de gestionar proyectos exitosamente, la cual puede y debe aplicarse durante el ciclo de vida de cualquier proyecto (Dixon, 2000).

La administración de proyectos es la forma de planear, organizar, dirigir y controlar una serie de actividades realizadas por un grupo de personas que tienen un objetivo específico; el cual puede ser (crear, diseñar, elaborar, mejorar, analizar, etc.) un problema o cosa (Rodríguez Vela, 2002).

La International Project Management Association (IPMA) define a la administración de proyectos como: La planificación, organización, seguimiento y control de todos los aspectos de un proyecto, así como la motivación de todos aquéllos implicados en el mismo, para alcanzar los objetivos del proyecto de una forma segura y satisfaciendo las especificaciones definidas de plazo, coste y rendimiento/desempeño. Ello también incluye el conjunto de tareas de liderazgo, organización y dirección técnica del proyecto, necesarias para su correcto desarrollo.

De acuerdo a American Management Association, la administración de proyectos es la rama de la ciencia de la administración que trata de la planificación y el control de proyectos.

Según el ISO 21500, la administración de los proyectos se realiza a través de los 39 procesos, agrupados en Inicio (3), Planificación (16), Implementación (7), Control (11) y Cierre (2), los cuales son un conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan y que transforman los elementos de entrada en resultados.

De acuerdo La Guía del Project Management Institute (PMBOK 5ta Ed., 2013), la administración de proyectos es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. Se logra mediante la aplicación e integración adecuadas de los 47 procesos de la dirección de proyectos, agrupados de manera lógica, categorizados en cinco Grupos de Procesos. Estos cinco Grupos de Procesos son: Inicio, Planificación, Ejecución, Monitoreo y Control y Cierre.



Figura 5. Proceso de administración de proyectos.

Como podemos apreciar en la figura 5, este método de administración de proyectos prevé un proceso formal de iniciación del proyecto antes de empezar su planificación. Realizado éste, podemos comenzar el proceso de ejecución para generar los productos esperados. El proceso de ejecución interactúa con el de seguimiento y control que, a su vez, afecta al de planificación. Esto significa que durante la ejecución del proyecto debemos replanificar, modificando la línea base del plan previsto cuantas veces sea necesario. Al terminar la ejecución, pasamos al proceso de cierre formal.

Administrar un proyecto por lo general implica, aunque no se limita a:

- Identificar requisitos;
- Abordar las diversas necesidades, inquietudes y expectativas de los interesados en la planificación y la ejecución del proyecto;
- Establecer, mantener y realizar comunicaciones activas, eficaces y de naturaleza colaborativa entre los interesados;
- Gestionar a los interesados para cumplir los requisitos del proyecto y generar los entregables del mismo;
- Equilibrar las restricciones opuestas del proyecto que incluyen, entre otras:
 - El alcance,
 - La calidad,
 - El cronograma,
 - El presupuesto,
 - Los recursos y
 - Los riesgos.

Contexto de la administración de proyectos

De acuerdo con Lledo (2013), los proyectos están incluidos dentro de un contexto más amplio. La figura 6, a continuación se resume el nivel de jerarquía donde se encuentran enmarcados los proyectos.



Figura 6. Contexto de la dirección de proyectos

En primer lugar, todo proyecto debería estar alineado dentro del plan estratégico de la compañía. El segundo rango de jerarquía podría ser un portafolio que puede incluir distintos programas y/o proyectos.

En la actualidad, el énfasis se pone en el desarrollo de un proceso integrado de administración de proyectos que centra todos los esfuerzos de los proyectos en el plan estratégico de la organización; también refuerza el dominio de las técnicas/herramientas de la administración de proyectos y las capacidades interpersonales necesarias para organizar la terminación exitosa de los proyectos.

2.3. Definiciones conceptuales

Para las definiciones conceptuales se ha creído por conveniente utilizar diversos conceptos que frecuentemente aparecerán en la presente investigación. Los documentos de consulta han sido el PMBOK, 5ta. Ed. del Project Management Institute, el trabajo de Seminario, R. (2011) titulado “Ingeniería de Valor en los proyectos de Construcción” y el anexo contractual del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, titulado “Términos de Referencia” – del Cliente.

Acta de Constitución del Proyecto. Un documento emitido por el iniciador del proyecto o patrocinador, que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director de proyecto la autoridad para aplicar los recursos de la organización a las actividades del proyecto.

Acuerdos. Cualquier documento o comunicación que defina las intenciones iniciales de un proyecto. Puede adoptar la forma de un contrato, memorándum de entendimiento, cartas de acuerdo, acuerdos verbales, correo electrónico, etc.

Adquirir el Equipo del Proyecto. El proceso de confirmar la disponibilidad de recursos humanos y obtener el equipo de gente necesario para completar las actividades del proyecto.

Adquisición. Obtener los recursos humanos y materiales necesarios para ejecutar las actividades del proyecto. La adquisición implica un costo de recursos y no es necesariamente financiera.

Alcance del Proyecto. El trabajo realizado para entregar un producto, servicio o resultado con las funciones y características especificadas.

Análisis de Hacer o Comprar. El proceso de recopilar y organizar datos acerca de los requisitos del producto y analizarlos frente a las alternativas disponibles, incluida la compra o fabricación interna del producto.

PMBOK. La Guía de los Fundamentos de Gestión de Proyectos (del inglés Guide to the Project Management Body of Knowledge o PMBOK por sus siglas) es un libro en el que se presentan estándares, pautas y normas para la gestión de proyectos. La quinta edición del libro fue publicada en 2013, bajo la supervisión del Project Management Institute.

Calidad. El grado en el que un conjunto de características inherentes satisface los requisitos.

Ciclo de Vida del Proyecto. La serie de fases que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre.

Cliente. El cliente es la(s) persona(s) u organización(es) que pagará(n) por el producto, servicio o resultado del proyecto. Los clientes pueden ser internos o externos a la organización ejecutante.

Contrato. Un contrato es un acuerdo vinculante para las partes en virtud del cual el vendedor se obliga a proveer el producto, servicio o resultado especificado y el comprador a pagar por él.

Costo-Recurso. Materiales, mano de obra, precios, tiempo.

Costo Real. El costo real incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un período de tiempo específico.

Cronograma del Proyecto. Una salida de un modelo de programación que presenta actividades vinculadas con fechas planificadas, duraciones, hitos y recursos.

Cuestionarios y Encuestas. Conjuntos de preguntas escritas diseñadas para acumular información rápidamente, proveniente de un amplio número de encuestados.

Desempeño. Llevar a cabo, realizar un trabajo o una función determinada:

Datos de Desempeño del Trabajo. Las observaciones y mediciones brutas identificadas durante las actividades ejecutadas para llevar a cabo el trabajo del proyecto.

Diagrama de Gantt. Un diagrama de barras con información del cronograma donde las actividades se enumeran en el eje vertical, las fechas se muestran en el eje horizontal y las duraciones de las actividades se muestran como barras horizontales colocadas según las fechas de inicio y finalización.

Entregables Aceptados. Productos, resultados o capacidades creados por un proyecto y validados por el cliente o los patrocinadores del proyecto que cumplen los criterios de aceptación especificados.

EPC Engineering, Procurement and Construction (Ingeniería, Procura y Construcción). Tipo de contrato también denominado llave en mano, en el cual la

empresa contratista realiza el diseño, la compra de materiales y construye el proyecto. La mayor parte de los riesgos lo asume el contratista y es pagado bajo la modalidad de suma alzada o costo fijo.

Equipo de Dirección del Proyecto. Los miembros del equipo del proyecto que participan directamente en las actividades de dirección del mismo. En algunos proyectos más pequeños, el equipo de dirección del proyecto puede incluir prácticamente a todos los miembros del equipo del proyecto.

Equipo del Proyecto. Un conjunto de individuos que respaldan al director del proyecto en la realización del trabajo del proyecto para alcanzar sus objetivos.

Fase del Proyecto. Un conjunto de actividades del proyecto relacionadas lógicamente que culmina con la finalización de uno o más entregables.

Función. Requerimientos de desempeño del Cliente.

Índice de Desempeño del Costo (CPI). Una medida de eficiencia en función de los costos de los recursos presupuestados expresada como la razón entre el valor ganado y el costo real.

Índice de Desempeño del Cronograma (SPI). Una medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado.

Juicio de Expertos. Un juicio que se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina, industria, etc., según resulte apropiado para la actividad que se está ejecutando. Dicha experiencia puede ser

proporcionada por cualquier grupo o persona con una educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada.

Metodología. Un sistema de prácticas, técnicas, procedimientos y normas utilizado por quienes trabajan en una disciplina.

MIV (Metodología de la Ingeniería de Valor). Es un proceso sistemático que sigue un plan de trabajo y es aplicado por un equipo multidisciplinario para mejorar el valor de un proyecto a través del análisis de funciones.

PMRT (Proyecto de Modernización de la Refinería Talara). Proyecto de ampliación y modernización de las instalaciones industriales de la Refinería Talara de Petroperú.

Presupuesto. La estimación aprobada para el proyecto o cualquier componente de la estructura de desglose del trabajo o actividad del cronograma.

Proceso. Una serie sistemática de actividades dirigidas a producir un resultado final de forma tal que se actuará sobre una o más entradas para crear una o más salidas.

Producto. Un artículo producido, que es cuantificable y que puede ser un elemento terminado o un componente. Otras palabras para hacer referencia a los productos son materiales y bienes. Compárese con resultado.

Satisfacción del Cliente. Dentro del sistema de gestión de calidad, un estado de cumplimiento en el cual las necesidades de un cliente se satisfacen o se superan

respecto a las expectativas del cliente según las considere al momento de la evaluación.

Tormenta de ideas. Una técnica general de recolección de datos y creatividad que puede usarse para identificar los riesgos, ideas o soluciones a incidentes mediante la participación de un grupo de miembros del equipo o expertos en el tema.

Valor (Función / Costo-Recursos). Lo que se obtiene de la mejor combinación de costo, desempeño y calidad.

Valor Planificado (PV). El presupuesto autorizado que ha sido asignado al trabajo planificado.

2.4. Formulación de hipótesis

Existen resultados directos positivos de aplicar la metodología de la ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, en la etapa preliminar del Proyecto Modernización Refinería Talara.

CAPÍTULO 3: PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El capítulo 3 denominado procedimiento metodológico nos permitirá precisar nuestra unidad de análisis, el tipo y diseño de la investigación, la población, las técnicas de recolección de datos y los instrumentos aplicados para la obtención de resultados. Asimismo se presenta la matriz operacional de variables.

3.1. Unidad de análisis, tipo de investigación, diseño de investigación

3.1.1. Unidad de análisis.

Se ha considerado como unidad de análisis al proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC de la Refinería Talara que ejecutó la Empresa Consorcio CJS, como parte de los trabajos preliminares del Proyecto de Modernización de la Refinería de Talara.

El alcance del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC de la Refinería Talara consistió en la Ingeniería, Procura y Construcción para la reubicación y/o eliminación de Interferencias Operativas de las disciplinas Civil, Tuberías, Instrumentación y Electricidad de la Refinería Talara con la etapa de Construcción del Proyecto de Modernización de la Refinería.

Los trabajos incluyeron: Desmontaje de tuberías enterradas, demolición de estructuras de concreto, desmontaje de tuberías de procesos, montaje de la nueva tubería de procesos, modificación del sistema contra incendios, modificación del sistema de cables eléctricos, modificación de la terna 33 kV exterior a la refinería, entre otros.

Es importante mencionar que para la ejecución propiamente del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC de la Refinería Talara se tuvo que trabajar de la mano con el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) que el cliente tiene elaborado para la zona de influencia, la provincia de Talara.

3.1.2. Tipo de investigación.

En este acápite se describen los métodos, técnicas y procedimientos que fueron empleados para el logro de los objetivos propuestos en la aplicación de la ingeniería de valor sobre la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, basadas en el proceso de recolección, análisis e interpretación de datos recogidas de los avances del proyecto.

El mismo se inscribe, en concordancia con el objetivo general, dentro de la modalidad de investigación tecnológica; la cual va a determinar los beneficios de la aplicación de la ingeniería de valor en un proyecto concreto.

La investigación tecnológica (Rut Vieytes, 2004) señala, que la administración propiamente es una técnica social, donde formulan y se valen de modelos teórico-matemáticos, y diseñan experimentos y observaciones para contrastar esos modelos y la eficacia de los controles involucrados. Pero dichos modelos no son generales, como los de una ciencia, sino específicos o parciales y se trata de investigaciones cuya finalidad principal será descubrir fuentes de ineficiencia o mecanismo de optimización de socio-sistemas de un tipo particular.

3.1.3. Diseño de la investigación.

Luego de definir el tipo de investigación, se presenta el diseño que permitió el desarrollo de ésta, sustentado en el procedimiento previsto para el estudio. El diseño de la investigación se refiere a dónde y cuándo se recopila la información, así como la magnitud de la misma, y como se responde a la pregunta de investigación de la mejor manera posible. Así, la investigación propuesta presenta según su diseño la característica no experimental.

Vieytes Villanueva (2004, p. 118) en el libro de metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad: epistemología y técnicas señala que “la investigación no experimental o ex post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o las condiciones”.

El diseño de la investigación no experimental para la investigación es de tipo longitudinal o diacrónico, “ya que se recolectan datos con el objetivo de hacer un seguimiento a lo largo del tiempo” (Vieytes Villanueva, 2004, p. 119).

3.2. Grupo de estudio

La investigación estudiará uno de los Proyectos de la Modernización de la Refinería de Talara y obras complementarias. Son diversos proyectos los que se ejecutan simultáneamente, algunos de ellos administrados directamente por el cliente y otros en proceso por Técnicas Reunidas.

Tabla 1. *Proyectos de la Modernización de la Refinería Talara*

Contratistas	Proyecto	Modalidad
Consortio CJS	Servicio de Saneamiento de Sistemas Operativos	Contrato EPC – Llave en mano
Consortio JC	Construcción de los Edificios Administrativos y Edificios Auxiliares	Contrato EPC – Llave en mano
Técnicas Reunidas S.A.	Proyecto Modernización Refinería Talara	Contrato FEED – EPC
Consortio PMC Talara (CPT)	Servicio de Consultoría de Gestión y Supervisión del Proyecto Modernización Refinería Talara	Contrato PMC

Nota: EPC: Engineering, Procurement and Construction; FEED: Front End Engineering Design; PMC: Project Management Consulting

La presente investigación propiamente se centró por el Proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos Refinería Talara.

Como parte del servicio FEED del PMRT, la Cía. Técnicas Reunidas (TR) desarrolló una campaña de levantamiento de información en campo de las interferencias operativas de Refinería Talara con la etapa de construcción del PMRT, en donde se identificaron interferencias relacionadas a las Disciplinas Civil, Tuberías, Electricidad e Instrumentación; definiendo el alcance y la respectiva solución para la reubicación y/o eliminación de dichas interferencias.

El proyecto consiste en realizar todos los trabajos necesarios para la reubicación y/o eliminación de interferencias operativas que se produzcan entre los procesos de las disciplinas Civil, Tuberías, Instrumentación y Electricidad de la actual Refinería Talara con los procesos desarrollados durante la Etapa de Construcción del “Proyecto de Modernización de Refinería Talara” (PMRT).

3.3. Matriz operacional de variables, dimensiones e indicadores.

Tabla 2. *Matriz de variables e indicadores*

Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Ingeniería de valor	Reducción de costos Mejora del desempeño Mejora de la calidad	Generación de valor Ahorro de dinero Índice semanal de productividad Satisfacción del cliente	¿Se reporta el avance diario y semanal de producción?	Tormenta de ideas Juicio experto Informe de productividad Encuestas
			¿Se evalúa el nivel de satisfacción del avance (plazo) de construcción del proyecto?	
			¿Se evalúa si los trabajos han cumplido las condiciones de calidad especificadas?	
			¿Se evalúa si los trabajos se han desarrollado con las medidas de seguridad necesarias?	
			¿Se evalúa si los trabajos se han desarrollado empleado buenas prácticas ambientales?	
			¿Se evalúa el nivel de comunicación entre el cliente y el contratista?	
			¿Se evalúa el desempeño de las áreas del contratista?	
Variables	Dimensiones	Indicadores	Ítems	Técnicas e instrumentos
Administración de proyecto	Cumplimiento del presupuesto	Índice de desempeño de costo	¿El avance del proyecto está dentro del presupuesto?	Línea base del costo
	Cumplimiento del plazo	Índice de desempeño de cronograma	¿El avance del proyecto está dentro del plazo?	Línea base del cronograma
	Cumplimiento de la calidad	Conformidad / no conformidad	¿El proyecto está cumpliendo con los requisitos de calidad?	Valor ganado
				Hojas de verificación

3.4. Técnicas de recolección de datos. Descripción de los instrumentos.

Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos.

3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

Tormenta de ideas

Es una técnica que se utiliza para generar y recopilar múltiples ideas relacionadas con los requisitos del proyecto y del producto. Si bien la tormenta de ideas en sí misma no incluye votaciones o establecimiento de prioridades, su empleo será con otras técnicas grupales de creatividad que sí lo hacen.

La generación de ideas es una técnica que se utiliza para desarrollar tantas opciones potenciales como sea posible a fin de identificar diferentes enfoques para ejecutar y llevar a cabo el trabajo del proyecto. También son útiles para involucrar a los miembros del equipo en la mejora de la exactitud de la estimación y de su nivel de compromiso con los resultados de las estimaciones resultantes. Mediante la participación en el proceso de estimación de un grupo estructurado de personas cercano a la ejecución técnica del trabajo, se consigue información adicional y se obtienen estimaciones más precisas. Además, cuando las personas se involucran en el proceso de estimación se incrementa su compromiso con la consecución de los resultados estimados.

Juicio de expertos

El juicio de expertos se define como una opinión informada de personas con experiencia y trayectoria en el tema, que son reconocidas por otros como expertos calificados en ello, esta opinión se brinda sobre la base de la experiencia en un área de aplicación, área de conocimiento, disciplina o industria, según resulte apropiado para la actividad que se está llevando a cabo. Un juicio puede ser proporcionado por cualquier grupo o persona con una educación, conocimiento, habilidad, experiencia o capacitación especializada. La identificación de las personas que formarán parte del juicio de expertos es una parte crítica en este proceso, frente a lo cual Skjong y Wentworht (2000) proponen los siguientes criterios de selección:

- (a) Experiencia en la realización de juicios y toma de decisiones basada en evidencia o experticia (grados, investigaciones, publicaciones, posición, experiencia y premios entre otras)
- (b) Reputación en la comunidad.
- (c) Disponibilidad y motivación para participar, y
- (d) Imparcialidad y cualidades inherentes como confianza en sí mismo y adaptabilidad.

Esta técnica se aplicó para recoger un conjunto de opiniones de profesionales expertos de la industria o disciplina, relacionados al proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.

Informes de productividad

Esta técnica, de acuerdo al Project Management Institute (PMBOK 5ta. Ed.), es parte de los factores ambientales de la Empresa, será usada durante la ejecución del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, y nos permitirá realizar un análisis detallado de los factores que inciden en la productividad de los principales partidas de proyecto.

Alfredo Serpell (1994) define la productividad en la construcción como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

La encuesta

La técnica en referencia, es una herramienta que se está usando para medir el grado de satisfacción del cliente en función a los avances de construcción del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.

Por el alcance de sus objetivos, la encuesta aplicada es de carácter explicativa, en ella esperamos establecer una relación entre las variables dependiente e independiente.

El instrumento a través del cual se evalúa la satisfacción del cliente está referido a un cuestionario de preguntas las cuales fueron debidamente validadas en cuanto a forma y fondo.

La aplicación de las encuestas ha sido dirigida exclusivamente al personal de Supervisión de Proyectos del cliente. El mismo está conformado por un staff que se encargó de supervisar las actividades del proyecto durante todo su ciclo de vida y liderada por el Jefe de la Unidad de Proyectos.

Las encuestas han sido aplicadas a lo largo de la ejecución del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, acorde con nuestro diseño de investigación longitudinal o diacrónico, manteniendo el mismo grupo de encuestado.

Línea base de costos y de cronograma

Entendemos por línea base el estado en que se encuentran el presupuesto del proyecto y el cronograma en el momento de su aprobación al final de la planificación, previo al arranque de la ejecución del proyecto.

La línea base de costos es el presupuesto de costo aprobado a cierta fecha, incluye los presupuestos autorizados y reservas para contingencias, pero excluye las reservas de administración. Esta reserva no forma parte de la línea base de costo, por lo que no se considera en el cálculo del valor ganado. Si por algún motivo se consume parte de esta reserva para financiar trabajo imprevisto, es necesario incorporar este cambio en la línea base de costo.

Una línea base del cronograma se puede definir como la última versión del cronograma que ha sido aprobada formalmente por el cliente del proyecto y que se utilizará en el proceso control y con respecto a la cual se pueda medir

el avance del proyecto. De forma práctica la línea base del cronograma es una foto de éste en un momento concreto.

La línea base de costos y del cronograma debe ser aceptada y aprobada por el equipo de dirección del proyecto y el cliente.

Estas líneas de base para el proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC se utilizarán para comparar el cronograma y los costos planeados por medio de una técnica llamado valor ganado

Valor Ganado

Esta técnica nos permite evaluar el estado de avance y desempeño del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC durante su ejecución, en relación a su línea base de los costos y tiempos del proyecto.

Siguiendo esta técnica se puede gestionar el desempeño del proyecto de una manera más apropiada ya que integra costo, tiempo y trabajo realizado (o alcance),

Para llevar a cabo la gestión del valor ganado es necesario calcular tres valores:

Valor planificado (PV: Plan Value)

Costo real (AC: Actual Cost)

Valor ganado (EV: Earned Value) o valor del trabajo que se completó a un momento determinado.

El desempeño se mide determinando el coste presupuestado del trabajo realizado (es decir, el valor ganado) y comparándolo con el coste real del trabajo realizado (es decir, el coste real). El avance se mide comparando el valor ganado con el valor planificado.

Considerando los objetivos de la presente investigación y de la metodología de la ingeniería de valor, utilizaremos la técnica de valor ganado para evaluar el estado de la administración del proyecto y comunicar a los interesados del mismo, el estado del presupuesto y desempeño en el tiempo.

Hoja de verificación de calidad

Este instrumento se utiliza para garantizar que se hayan cumplido los estándares de calidad, es una lista estructurada de acciones para inspeccionar, una lista de pasos a ser realizados, con un espacio para anotar cualquier defecto encontrado.

Las hojas de verificación de calidad sirven para comprobar que tanto el trabajo del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC como sus entregables cumplen una serie de requisitos, los mismos que tienen los criterios de aceptación definidos previamente en el alcance del proyecto.

3.4.2. Descripción de los instrumentos.

Escala Valorativa de Likert

Para efectos de mejorar los servicios que presta el consorcio CJS en beneficio de su cliente, se ha confeccionado una encuesta basada en la escala valorativa

de Likert, orientada a calificar el avance y la calidad de la construcción del proyecto y medir el grado de satisfacción del cliente.

Para medir el grado de satisfacción del cliente, se planea realizar la encuesta de 11 preguntas más sugerencias o recomendaciones, mínimo dos veces en todo el proyecto, trazándose como meta obtener el 80% del promedio de las preguntas propuestas en la encuesta.

Tratamiento de No Conformidades.

El Consorcio CJS incluye dentro de sistema de gestión de calidad los procesos y procedimientos apropiados para el tratamiento de no-conformidades identificados en las hojas de verificación a fin de asegurar que los procesos y/o productos que no sean conforme con los requisitos contractuales, se identifiquen y se controlen garantizando las correcciones inmediatas, e implementar un proceso de mejora continua que incluya medidas preventivas adecuadas para evitar la repetición de no-conformidades.

El tratamiento de no-conformidades será aplicado durante todas las etapas del Proyecto, trazándose como meta obtener un 100% y será medido de manera acumulada bajo la siguiente formula, donde, PNC: Productos No Conformes.

$$(\# \text{ PNC cerrados} / \# \text{ PNC registrados}) \times 100$$

Valor Ganado de un Proyecto.

El concepto de valor ganado es aplicado de manera conjunta con los sistemas de “Control de Costos y Cronogramas” permitiendo monitorear tanto la

performance de costos como de cronograma, previendo eventuales sobrecostos que lleven a una acción correctiva temprana durante el ciclo de vida de un proyecto.

La administración de proyecto usando el concepto de valor ganado monitorea su desempeño contra un cronograma y presupuestos definidos recogiendo información valiosa centrada en los Índices de performance del Costo ($CPI = \text{valor ganado} / \text{costo real}$) y el Índice de Performance de Cronograma ($SPI = \text{valor ganado} / \text{valor planificado}$). La recomendación es hacer evidencia de los indicadores tan temprano como sea posible, por ejemplo al 20% del avance real de un proyecto y a través de herramientas estadísticas proyectar el tiempo y el presupuesto final con el que podemos finalizar todo el trabajo.

Tanto el valor planificado, como el valor ganado como el costo real se pueden representar en un gráfico, como se ejemplifica a continuación:

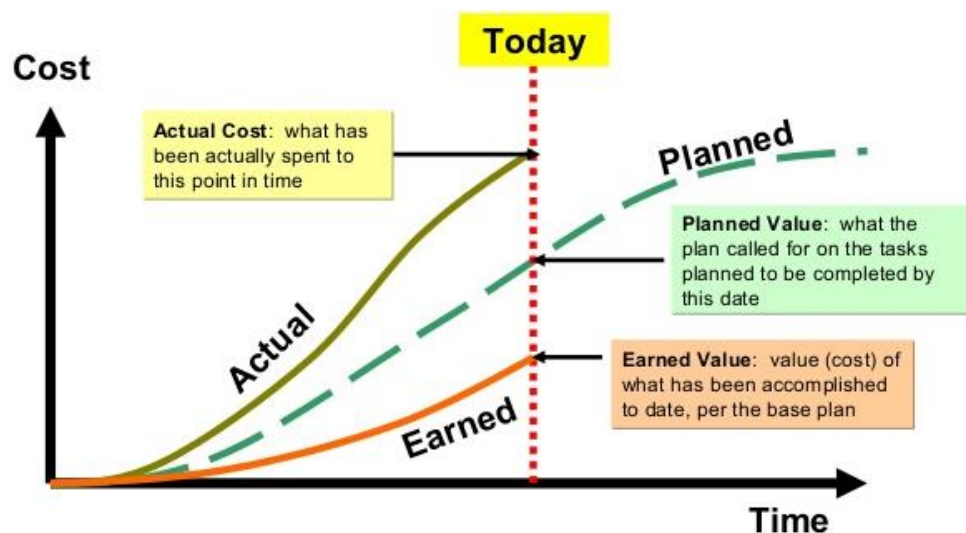


Figura 7. Valor ganado, costo real y valor planificado

3.4.3. Procedimientos de comprobación de la validez y confiabilidad de los instrumentos.

La confiabilidad de las técnicas e instrumentos será relevante si permanentemente obtenemos los mismos resultados al aplicarlo a una misma muestra, para la presente investigación, las técnicas e instrumentos se aplicarán al proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC. Mientras la validez nos confirma que la técnica y/o instrumento es capaz de medir las cualidades para las cuales ha sido construido.

A partir de las tormenta de ideas y el juicio de expertos, los informes de productividad y las encuestas utilizadas para aplicar la metodología de ingeniería de valor, y del valor ganado, técnica que nos ayudará a saber el estado del proyecto, es decir que tanto trabajo actualmente se ha completado, medido en base a la triple restricción (línea base de costo, línea base de cronograma y línea base del alcance) y las hojas de verificación de calidad utilizadas en la administración de proyectos que permiten controlar la ejecución de un proyecto, el equipo investigador procedió a sistematizar y adaptar dichas técnicas e instrumentos, de modo que se evidencie su consistencia y coherencia con la matriz operacional de variables y la realidad del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, en la etapa preliminar del Proyecto Modernización Refinería Talara.

El equipo investigador observa que los ingenieros multidisciplinarios del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, interactúan directamente con el equipo de dirección del proyecto para ayudar a eliminar o evitar costes innecesarios. Sin embargo, la metodología de ingeniería de valor

significa mucho más que la reducción de costes. Los ingenieros del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC trabajan directamente con su equipo para aplicar cambios que, además de reducir los costes globales, mejoren la eficiencia de los procesos y la calidad de los entregables del proyecto, para ello será vital el uso de los informes de productividad. La encuesta utilizada permitirá medir el grado de satisfacción del cliente.

Las técnicas e instrumentos que darán soporte a la presente investigación son avalados por el Project Management Institute (PMI) y referenciados en La Guía de los Fundamentos de Administración de Proyectos (PMBOK 5ta. Ed) como las mejores prácticas que son generalmente aceptadas en la industria, y revisados por un Ingeniero certificado en Dirección de Proyectos (PMP) y Magíster en Administración de Negocios (MBA) y por un Docente de la asignatura “Metodología de la Investigación Científica”, con Maestría y Doctorado en Ciencias de la Educación quienes comprobaron su validez.

3.5. Técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

Antes de emprender el análisis de la data recolectada, se procesó los datos obtenidos en las instancias de codificación y tabulación, para luego seleccionar, clasificar y ordenar las tablas. La tabulación y codificación hechas de manera electrónica fueron sometidas al tratamiento de análisis estadístico y de gestión de datos vía Microsoft Excel 2016.

3.6. Aspectos éticos.

Si bien es cierto, la presente investigación presenta según su diseño la característica no experimental y los datos que se analizarán durante la temporalidad del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC son con carácter y fines netamente académicos y considerado los diversos principios jurídicos y éticos, se ha manteniendo la absoluta confidencialidad de cualquier dato, información o documentación que presente carácter reservado.

En la presente investigación se tuvieron en cuenta los siguientes principios:

- La investigación se realizó previa obtención del consentimiento libre e informado de los involucrados en el proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, los cuales tuvieron la opción de interrumpir su participación en la investigación en todo momento sin ninguna consecuencia para ellos.
- Se brindó toda la información necesaria de tal manera que el involucrado pudo comprender el propósito de la investigación y las fuentes de financiamiento.
- Se respetó la privacidad y confidencialidad de toda información. Especialmente documentos que identifiquen a los involucrados participantes.
- La información usada en la presente investigación tiene fines estrictamente académicos y cuyo propósito general es determinar los resultados de aplicar la metodología de la ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, en la etapa preliminar del Proyecto Modernización Refinería Talara.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostrados en el presente capítulo, están alineados con los objetivos específicos planteados en el capítulo inicial; los mismos han mantenido el orden de propuesta como de explicación.

4.1. Resultados.

4.1.1. Administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.

El Proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC consiste en realizar todos los trabajos necesarios para la reubicación y/o eliminación de interferencias operativas que se produzcan entre los procesos de las disciplinas Civil, Tuberías, Instrumentación y Electricidad de la actual Refinería Talara con los procesos desarrollados durante la Etapa de Construcción del “Proyecto de Modernización de Refinería Talara” (PMRT).

Los trabajos incluyeron el desarrollo de la ingeniería básica y de detalle para la liberación de las interferencias; suministro de estructuras, soportería, tuberías, canalizaciones, cables, equipos y otros materiales permanentes; ejecución de los trabajos para liberación de interferencias operativas (movimientos de tierra, obras civiles, desmontajes, reubicaciones, instalaciones y montajes; pruebas y puesta en marcha de los sistemas involucrados).

Contractualmente, el proyecto presentó un gran desafío al Consorcio CJS debido a que la modalidad de contratación EPC (Fast Track) – Llave en Mano, sumado al sistema de contratación a Suma Alzada, obligando al

Consortio CJS a superponer las actividades de Ingeniería, Procura y Construcción asumiendo todos los riesgos que pudieran presentarse desde la concepción de las soluciones de las interferencias presentadas hasta la entrega operativa de los servicios.

El proceso general de ingeniería que seguirá el Consorcio CJS para el desarrollo de la ingeniería del Proyecto, cumple con los siguientes pasos principales representados mediante el flujograma de proceso de ingeniería.

- Planificar el diseño y desarrollo
- Establecer elementos de entrada
- Elaboración de diseño
- Reporte de resultados de diseño
- Revisión de cliente
- Revisión y/o levantamiento de comentarios (Aprobación del Cliente)
- Entrega de diseño para obra o procura

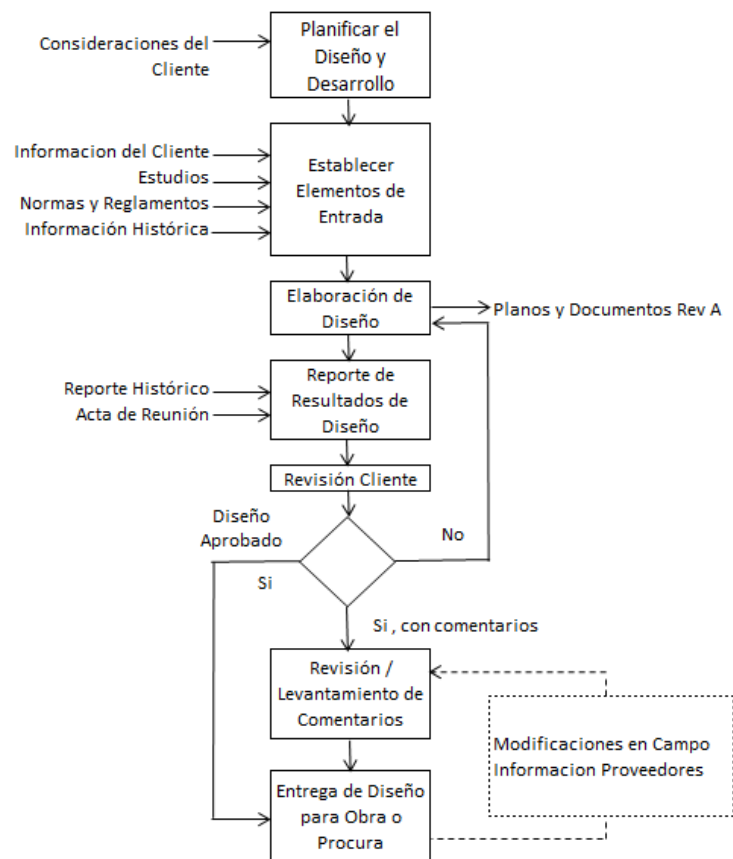


Figura 8. Flujograma del proceso de ingeniería

El alcance de la administración del proyecto incluyó las siguientes actividades constructivas:

Tabla 3. Alcance del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC

Disciplina	Actividad	Unid.	Cant. Presupuesto
Civil	Excavaciones	m ³	24,322.73
	Rellenos	m ³	22,947.67
	Acero	Kg	142,027.22
	Encofrado	m ²	7,758.83
	Concreto Armado	m ³	2,034.90
Estructura	Estructura Metálica	Kg	157,720.14
Mecánica / Piping	Bombas de Drenaje Aceitoso	Unid.	11.00
	Tubería procesos	m	16,903.10
	Tubería SCI	m	3,291.00

	Bandejas	m	12,812.00
Electricidad	Cables BT	m	27,410.00
	Cables MT	m	61,660.70
	Cables LT 33Kv	m	3,542.00
Instrumentación	Cables de Instrumentación	m	12,661.00

El plan inicial de staff para la ejecución del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, se planificó como se muestra en la tabla 4:

Tabla 4. *Plan de staff Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.*

Área	2015								2016			Total
	may	Jun	Jul	ago	sep	oct	nov	dic	ene	feb	mar	
Gerencia de Proyecto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
Adm. Contratos		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
Producción		1	8	13	16	13	12	12	11	11		97
Oficina Técnica		2	5	6	8	8	8	8	7	5		57
Calidad		1	3	5	5	5	5	5	5	4	2	40
SSOMA		3	7	12	14	11	8	9	9	7	2	82
Control de Proyectos		2	3	3	3	3	3	3	3	3	1	27
Adm. y RR.HH.		4	6	6	6	6	6	6	6	6	1	53
Almacén / Logística		2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
TOTAL	1	17	36	49	56	50	46	47	45	40	10	397

Sumado al conocimiento del alcance inicial y plan inicial de recursos humanos, fue de vital importancia la identificación de interesados del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC. Identificar a los interesados, comprendió en reconocer a todas aquellas personas u organizaciones impactadas directa o indirectamente por el proyecto y que estuvieron involucrados activamente, o cuyos intereses fueron afectados de manera positiva o negativa por la ejecución o conclusión del mismo. Para su

identificación fue de gran ayuda el análisis de interesados y de manera especial la técnica de juicio de expertos para asegurar que se obtenga un listado exhaustivo de los interesados.

Tabla 5. *Lista de interesados Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.*

Cargo	Institución	Categoría
Administrador de Contratos	Petroperú	Cliente
Jefe de Proyectos	Petroperú	Cliente
Jefe de Supervisión	GMI S.A.	Supervisión
Presidente	Mesa de diálogo – Comité local	Comités
Jefe	Ministerio de Trabajo	Gobierno
Alcalde	Municipalidad de Talara	Gobierno
Procurador	Gobernación de Talara	Gobierno
Presidente	Cámara de Comercio de Talara	Gremios
Presidente	Colegio de Ingenieros del Perú – Comité Talara	Instituciones
Comisario	Comisaría PNP de Talara	Instituciones
Director Médico	Centro Asistencial Hospital II – Essalud Talara	Instituciones
Director Médico	Centro de Salud II – Talara (MINSA)	Instituciones
Secretario	FTCCP	Gremios
Gerentes – Directores	Socios del Consorcio CJS	Socios
Representantes	Varios	Proveedores
Pobladores	Ninguna	Población
Trabajadores	Ninguna	Mano de obra

4.1.2. Alternativas que la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC analizó para reducir costos, mejorar el desempeño y la calidad.

Como mencionamos anteriormente, la administración de proyectos en la industria de la construcción debe agregar valor específico y significativo al proceso de desarrollo de los proyectos.

Para cumplir con lo dicho en el párrafo anterior, la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC examinó y discrimino las siguientes alternativas con el fin de reducir los costos, mantener y/o mejorar el desempeño y la calidad durante el desarrollo del proyecto.

Se identificaron las actividades que mayor impacto tenían en el proyecto y mediante la técnica de tormenta de ideas y juicio de expertos se eligió la o las alternativas de mayor maximizaban el valor y satisfacción para el cliente.

El grupo de expertos estuvo conformado por Exp. 1.: Disciplina civil, Exp. 2.: Disciplina mecánica, Exp. 3.: Disciplina electromecánica y Exp. 4.: Gerente de Proyecto. La calificación a cada idea propuesta es 0.: No cumple con el criterio 1.: cumple con el criterio.

Tabla 6. Evaluación de alternativas para reducir costos, mejorar el desempeño y la calidad.

ACTIVIDADES A REVISAR DE MAYOR IMPACTO	TORMENTA DE IDEAS	JUICION DE EXPERTOS				PONDERACIÓN	RESPUESTA DEL CLIENTE
		Exp. 1	Exp. 2	Exp. 3	Exp. 4	TOTAL	
Los planos civiles de buzones y bancoductos, recomienda para los buzones usar un solado de espesor 0.05m.	Mantener el espesor del solado según los planos	0.5	0.5	0.25	0.5	44%	
	Prefabricar los buzones y nivelar y compactar el área	1	0.75	0.5	1	81%	Aprobado
	Modificar los planos a través de un red line	1	0.75	0.5	1	81%	Aprobado
Reemplazo de planchas para fabricación de soporte de bandejas de 1" a 3/4".	Mantener el espesor original de las planchas (importar)	0.5	0.25	0	0.25	25%	
	Adquirir planchas de 3/4" para la fabricación de soporte	0.75	0.75	1	1	88%	Aprobado
	Fabricar una parte de los soportes con 1" y otra parte con 3/4"	0.5	0.25	0.5	0.5	44%	
Compra de 2 válvulas reguladoras ASMT A126 con certificación UL.	Instalar las tuberías directamente a la línea principal	0	0.25	0.25	0.25	19%	
	Comprar las válvulas sugeridas por el consorcio	0.25	1	0.75	1	75%	Aprobado
	Preparar planos de instalación de las válvulas propuestas	0.25	1	0.75	1	75%	Aprobado
El sketch de soportes de bandejas eléctricas, indica en una de sus notas que todos los elementos metálicos serán galvanizados.	Instalar todos los elementos metálicos con acero galvanizado	0.25	0.25	0	0.25	19%	
	Instalar todos los elementos metálicos con acero estructural	0.25	0.75	1	1	75%	Aprobado
	Pintar el acero estructural de acuerdo a un estándar	0.25	0.75	1	1	75%	Aprobado

4.1.3. Resultados de la metodología de ingeniería de valor en la administración del proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC.

Uno de los instrumentos transversales utilizados para evaluar la calidad del Proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, en la etapa preliminar del Proyecto de Modernización de la Refinería de Talara, fue la encuesta “Evaluación de la Satisfacción del Cliente”; la misma reflejó a través del Jefe de la Unidad de Proyectos del cliente, el desempeño global en la ejecución del proyecto al 28% y al 90% del mismo, tal como se muestra en la tabla 7.

Tabla 7. *Resultados de evaluación de satisfacción al cliente*

ITEM	PUNTOS EVALUADOS	Encuesta 1 09/02/2016	Encuesta 2 27/09/2016
1	Avance de ejecución	56.7%	100.0%
2	Satisfacción de avance de construcción (plazo)	3.00	3.00
3	Condiciones de calidad	3.00	4.00
4	Medidas de seguridad	3.00	3.00
5	Buenas prácticas ambientales	4.00	4.00
6	Nivel de comunicación con el cliente	4.00	4.00
7	Desempeño de las áreas del consorcio CJS	3.55	3.78
8	Desempeño de los equipos de construcción empleados	4.00	4.00
9	Instalaciones en obra (oficinas, comedor, almacenes)	3.60	3.80
10	Desempeño global	3.00	3.00
11	Probabilidad de recomendación del consorcio CJS	4.00	4.00
12	PUNTAJE FINAL	90.3%	93.2%

Junto a la satisfacción del cliente, el consorcio CJS logró generar beneficio en las distintas actividades constructivas y etapas del proyecto, entregando el máximo valor para el cliente, manteniendo un buen performance y calidad en

todos los trabajos. Los metrados finales que se realizaron durante todo el proyecto se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Alcance y metrados finales del proyecto

Disciplina	Actividad	Unid.	Original	Final	% Var.
Civil	Excavaciones	m ³	24,322.73	27,103.51	11%
	Rellenos	m ³	22,947.67	22,521.82	-2%
	Acero	Kg	142,027.22	427,853.17	201%
	Encofrado	m ²	7,758.83	8,011.42	3%
Estructura	Concreto Armado	m ³	2,034.90	3,376.85	66%
	Estructura Metálica	Kg	157,720.14	288,738.01	83%
Mecánica / Piping	Bombas de Drenaje Aceitoso	Unid.	11.00	11.00	0%
	Tubería procesos	m	16,903.10	14,490.34	-14%
	Tubería SCI	m	3,291.00	3,423.00	4%
Electricidad	Bandejas	m	12,812.00	13,176.00	3%
	Cables BT	m	27,410.00	26,616.00	-3%
	Cables MT	m	61,660.70	69,903.00	13%
	Cables LT 33Kv	m	3,542.00	3,078.00	-13%
Instrumentación	Cables de Instrumentación	m	12,661.00	7,072.00	-44%

Como resultado de los controles de calidad, el consorcio CJS cerró todas las no conformidades de las 32 encontradas en las hojas de verificación de cumplimiento.

Tabla 9. Cantidad de No Conformidades cerradas

Disciplina	No Conformidades	
	Abiertas	Cerradas
Civil	-	1
Estructuras	-	6
Mecánica / Piping	-	14
Electricidad	-	10
Instrumentación	-	1
Total		32

En base a la línea base de cronograma y costos, se obtuvo como línea base del desempeño esperado del proyecto. Esta gráfica inicia sin gastos en el día inicial del proyecto, concluyendo con el 100% del gasto en la fecha última del cronograma. Permitirá comparar el avance real vs el avance planificado, con el propósito de establecer las desviaciones del proyecto y tomar acciones correctivas. Es el punto de partida de la técnica de valor ganado.

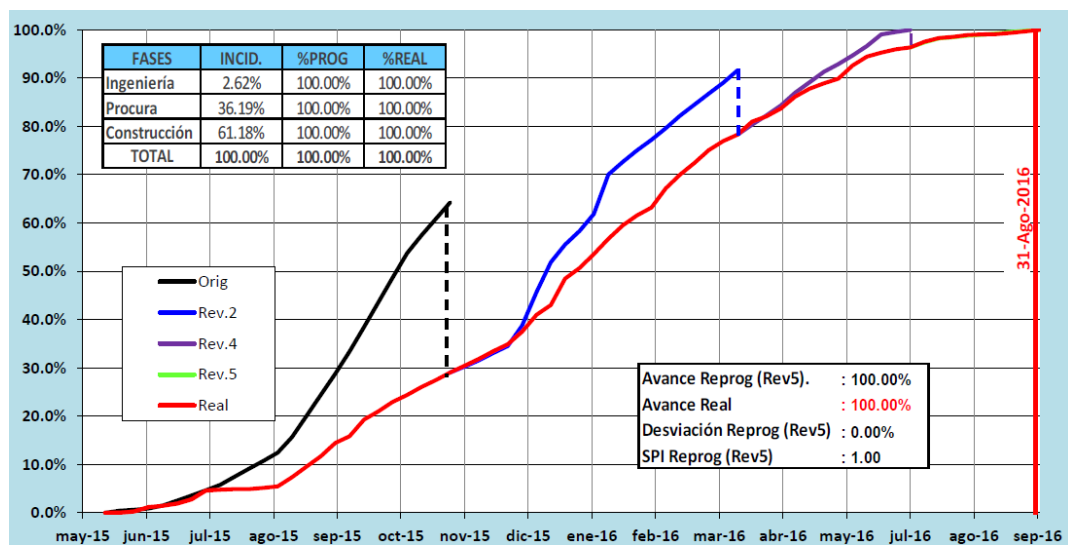


Figura 9. Curva S final Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC

4.2. Discusión

Gray & Larson (2009) describen algunas herramientas aplicables para medir el desempeño de un proyecto. El Diagrama de Gantt o diagrama de control son utilizados para comunicar el avance del programa del proyecto, sirviendo a la vez para rastrear su desempeño. Otro factor principal que mide el desempeño de un proyecto es el costo, a través de índices de eficiencia de desempeño que mide la eficiencia del costo de trabajo logrado a la fecha o la medición de la eficacia de programación a la fecha.

En teoría un proyecto es exitoso si se cumple el objetivo definido, en el tiempo establecido y dentro del presupuesto programado.

Mostramos algunas diferencias entre la curva S de un proyecto bajo contrato a suma alzada, que acarrea una suma fija y en un plazo establecido; y como contraparte al proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC que según su curva S presenta tres revisiones aprobadas de su cronograma lo que ha generado que el proyecto cumpla con el cliente sus órdenes de cambio.

La curva S a continuación pertenece a un Proyecto de construcción de un reservorio de tierra para la regulación horaria del río Santa, para la Central Hidroeléctrica del Cañón del Pato.

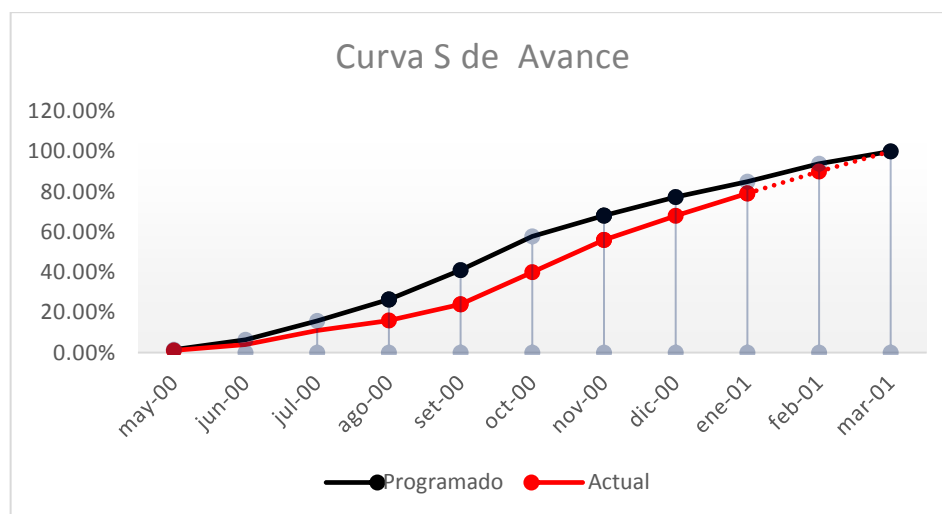


Figura 10. Curva S final del Proyecto Suma Alzada

La curva presenta el cumplimiento de la planificación semanal, así como una replanificación (proyectada), para cumplir con el objetivo de culminar en la fecha de entrega según la planificación programada.

En ocasiones el fiel cumplimiento de la planificación depende en gran medida de factores externos (fenómenos naturales) y de factores dependientes de nuestra gestión, como es la logística de materiales, equipos de mano de obra, información, flujo de caja, etc.

De otro lado observamos que en casi todo el periodo del proyecto avanzado se tiene una desviación desfavorable (negativa) como producto de que el avance esperado siempre es superior a lo alcanzado.

Otro indicador típico, medido semanalmente o de manera acumulada es el Indicador de Desempeño de Costo (CPI), que tiene como referencia un CPI previsto que es igual a uno (1). Para el caso de nuestro proyecto el comportamiento del acumulado del primer semestre presenta más del 80% del ciclo de ejecución por encima o debajo del previsto pero muy cercano al valor de la unidad; lo que nos indica que nuestro proyecto está dentro del presupuesto, por consiguiente el valor del trabajo cumplido es igual que la cantidad de recursos usados acumulados en el proyecto hasta la quincena del mes de Diciembre 2015.

Para los meses posteriores hasta culminar el proyecto en Abril del 2016, no se percibe una recuperación del indicador, por el contrario finalizamos el proyecto muy alejados del previsto que es la unidad, lo que estaría generando un sobre costo respecto de las estimaciones; y por consiguiente el valor del trabajo completado es menor al de los recursos gastados.

CONCLUSIONES

- Dado que el proyecto abarco la ingeniería, procura y construcción, EPC, a Suma Alzada, Fast Track y Llave en Mano se convirtió en un gran desafío para el consorcio entregar al cliente lo que requirió y cuando lo requirió.
- La metodología de ingeniería de valor y su aplicación a la administración de proyectos EPC es, en especial en el proyecto Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC, ofreció un alto potencial para generar ahorros. Dicho potencial varía en el tiempo, pues mientras más pronta sea la etapa en la que se aplique la metodología descrita, los beneficios podrán ser mayores.
- La efectividad de la ingeniería de valor se incrementa al emplear el enfoque de diseño, procura y construcción gracias a una colaboración más temprana de los involucrados e interesados.
- El proyecto: Saneamiento de Sistemas Operativos – EPC en Refinería Talara fue el primer reto que se propuso como Consorcio para comenzar las distintas obras que se vienen realizando en la Refinería como parte del Proyecto de Modernización de Refinería Talara – PMRT.

SUGERENCIAS

- A las empresas constructoras, desde las etapas de licitación, deben considerar la aplicación de la metodología de ingeniería de valor, pues los clientes valoran las mejoras que puede aportar el licitador en costos, en procedimientos constructivos, etc., sin que disminuya la calidad ni la funcionalidad de los proyectos de ingeniería y construcción.
- A los gestores de proyectos, es fundamental que los resultados de la metodología de ingeniería de valor sean implementados a tiempo, de lo contrario se incurre en una situación muy riesgosa desde el punto de vista de la rentabilidad del proyecto.
- Se sugiere que en los proyectos debe haber un profesional capacitado para la supervisión de resultados de la metodología de ingeniería de valor, de manera que cada área de trabajo cuente con información suficiente y entregue a tiempo la información solicitada.
- A los gestores de proyectos que deseen aplicar la metodología de ingeniería de valor en sus proyectos se sugiere tener claro que su potencial para generar ahorros varía con el tiempo, pues mientras más pronta sea la etapa en la que se aplique la metodología, los beneficios podrán ser mayores

REFERENCIAS

Albarrán Nuñez, J. F. y Roque Domínguez, G. M. (Febrero, 2015). *Planeación de Proyectos de Ingeniería – Notas para Ingenieros de Proyecto*. Volumen 1. México: Limusa.

Altez Villanueva, L- F. (Marzo, 2009). *Asegurando el Valor en Proyectos de Construcción: Un estudio de Técnicas y Herramientas de Gestión en la Etapa de Construcción* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima

Asociación Española de Normalización y Certificación (AENOR). (Diciembre, 2000). *Gestión del Valor: UNE-EN 12973:2000*. Madrid, España.

Atabay, S y Galipogullari, N. (Diciembre, 2013). *Application of Value Engineering in Construction Projects*. Journal of Traffic and Transportation Engineering, ISSN 2328-2142, USA. Volume 1, (Serial No.1), pp. 39-48.

Baena Sanchez, C. (2015). La Invención nade de la inspiración pero sin método no da rendimiento. *El Correo de Andalucia*. Recuperado de:
<http://cgviat.es/files/2015/04/CorreoAndaluc%C3%ADa.pdf>

Baker, K. y Baker, S. (1999). *Administre sus proyectos*. México: Pearson Educación.

Bernal Torres, C. A. (2010). *Metodología de la investigación: administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Colombia: Pearson Educación.

Bolaños, L. D. (2011). *Ingeniería de Valor*. Recuperado de:

<https://es.slideshare.net/ochoacm/ingenieria-de-valor>

Calzeta Valdés, M. A. (2012). *Ingeniería de Valor. Beneficios y oportunidades de incremento del valor en obras de ingeniería civil* (tesis de pregrado).

Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F.

The Chaos Manifesto. (2013). Boston, Massachusetts. Recuperado de:

<http://www.versionone.com/assets/img/files/CHAOSManifesto2013.pdf>

Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la teoría general de la administración*, 7a.

ed. México: McGraw-Hill Interamericana.

Chougule, M.A. y Kallurkar, S. P. (Julio, 2012). *Application of Value Engineering for Cost Reduction - A Case Study of Universal Testing Machine*. IJAET.

Vol 4, Issue 1, pp 618-629.

Chua, D. K. H. (2003). The Civil engineering Handbook. D. Chua (Ed.), *Value Improvement Methods*, Chapter 7. Second Edition. National University of Singapore.

Cleland, D. y King, W. (1983). *System Analysis and Project Management*.

Estados Unidos de America: McGraw-Hill College

Cullen, S. (2006). *Value Engineering*. Recuperado de:

http://www.wbdg.org/project/value_engineering.php

Crow, K. (2000). *Achieving Target Cost / Design-to-Cost Objectives*. Recuperado de: <http://www.npd-solutions.com/dtc.html>

Dell’Isola, A. (1997). *Value Engineering: Practical applications for Design, Construction, Maintenance and Operations*. R.S. Means Co.

Dixon, M. (2000). *Project management body of knowledge*. Recuperado de: <http://www.apm.org.uk>

Eldash, K. (Agosto, 2015), *Value Engineering*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/271909862>

Giménez, C. M. (2001). *Gestión y Costos*. Buenos Aires. Ediciones Macchi.

Gray, C. F. y Larson, E. W. (2009). *ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS*. 4ta ed. México. The McGraw-Hill Companies Inc.

Gutierrez, L. (2012). Principios de la Gestión del Valor. *Innovación y Tecnología*. Recuperado de <http://www.iat.es/2012/12/principios-gestion-del-valor-i/>

Kelly, J., Male, S. y Graham, D. (2004). *Value Management of Construction Projects*. Wiley-Blackwell. 1era. Ed. USA.

Lara Castillo, P. A. (2007). *Estudio de optimización de costos y productividad en la construcción de viviendas de hormigón* (tesis de pregrado). Universidad de Chile. Santiago de Chile.

Lledó, P. (2013). *Director de Proyectos: Cómo aprobar el examen PMP sin morir en el intento*. 2da. ed. -Victoria, BC, Canadá.

Mudge, A. (1971). *Value Engineering*. Society of American Value Engineers.

Neyra García, L.G. (2008). *Asegurando el Valor en Proyectos de Construcción: un estudio de las técnicas y herramientas utilizadas en la etapa de diseño* (tesis de pregrado). Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima

Project Management Institute, Inc. (PMI). (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos* (Guía del PMBOK). 5ta ed.

Reyes Ponce, A. (2004). *Administración de EMPRESAS Teoría y práctica*. Primera parte, México: Limusa.

Rivera Martinez, F. y Hernandez Chavez, G. (2010). *Administración de proyectos. Guía para el aprendizaje*. México. Pearson Educación.

Robbins, S.P. y Coulter, M. (2010). *Administración*, 10ª. ed. México: Pearson

Rodríguez Vela, J. (2002). *Administración de proyectos de desarrollo de sistemas de información*. Recuperado de:
<http://www.monografias.com/trabajos15/sist-informacion/sist-informacion.shtml#ADMINISTR>

Ruiz, J., Granja, A., Picchi, F. y Melo, R. (2011). *An investigation into the systematic use of value engineering in the product development process*. Recuperado de:
https://www.researchgate.net/publication/283726891_An_investigation_into_the_systematic_use_of_value_engineering_in_the_product_development_process

- Sapag Chain, N. y Sapag Chain, R. (2008). Preparación y Evaluación de Proyectos. 4ta. Ed. Santiago de Chile: McGraw-Hill, Interamericana.
- Seminario, R. (2011). *Ingeniería de Valor en proyectos de construcción*. Ciclo de conferencias "Construction Management. Una manera eficiente de construir"
- Seres Figueroa, M. (2006). *Gestión Integrada de Proyectos*. 2da ed. Lima: Ediciones UPC.
- Terry, G. y Franklin, S. (2000). *Principios de Administración*. 4ª ed. México: CECSA.
- The Institute of Value Management (IVM). (2006). *What is Value Management: Concept of Value*. Recuperado de:
http://www.ivm.org.uk/vm_whatism.htm#concept
- Vieytes Villanueva, R. (2004). *Metodología de la investigación en organizaciones, mercado y sociedad: epistemología y técnicas*. Buenos Aires, Argentina: Editorial de las ciencias.
- Wandahl, S. (2005). *Value in Building* (tesis doctoral). Aalborg University, Faculty of Engineering, Science & Medicine. Denmark.

APÉNDICE

Validación de instrumentos

Apéndice 01.

SOLICITO: Validación de instrumentos de investigación.

Sr. Edison Román Torres Aldave

Doctor en Ciencias de la Educación

Presente.

Me dirijo a usted para saludarlo y al mismo tiempo, tenga la amabilidad de validar los instrumentos de recojo de información de la investigación titulada: **“INGENIERÍA DE VALOR APLICADA A LA ADMINISTRACIÓN DE UN PROYECTO: SANEAMINETO DE SISTEMAS OPERATIVOS-PROYECTO DE MODERNIZACIÓN REFINERÍA TALARA”**.

Le adjunto la matriz de consistencia, matriz de operacionalización de variables y los instrumentos a validar para que tenga en consideración al momento de emitir su juicio.

Se le pide pueda llenar las siguientes fichas para poder realizar la validación:

- a) Ficha de datos del experto.
- b) Ficha de evaluación de ítems (o indicadores).
- c) Ficha de evaluación global del instrumento.

Le agradezco de antemano su gentil colaboración

Atentamente.

.....
Ing. Ronald David Pineda Bernabel

Maestría en Administración Estratégica
de Negocios MBA Gerencial
Escuela Universitaria de post Grado UPAGU.

.....
Ing. William Valdivia Díaz

Maestría en Administración Estratégica
de Negocios MBA Gerencial
Escuela Universitaria de post Grado UPAGU

UNIVERSIDAD NACIONAL DE PUERTO RICO
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN
Dr. Edison R. Torres Aldave Sr.
GOC/FNTE
No. 01-03-17
11.00 am

Apéndice 02.

DATOS DEL EXPERTO.

FORMACIÓN PROFESIONAL	Licenciado en Sociología Licenciado en Educación	Universidad Nacional de Cajamarca Universidad Nacional "Pedro Ruiz Gallo"
POSTGRADO:	Maestría en Ciencias Mención: Docencia Universitaria	Universidad Nacional de Piura
DOCTORADO:	Doctor en Ciencias de la Educación	Universidad Nacional de Piura
EXPERIENCIA LABORAL:	Profesor Principal a D.E. de pre y post grado Universidad Nacional de Piura.	Perú

Características que lo determinan como experto :

Licenciado en Sociología. Maestro en Docencia Universitaria – Doctor en Educación con mención en Ciencias de la Educación en la Universidad Nacional de Piura. Docente de pre grado y post grado de la Facultad de Ciencias Sociales y Educación de la Universidad Nacional de Piura. E-mail: edisonaldave@hotmail.com. Docente de las asignaturas de metodología de la investigación científica, Sociología, Filosofía de la Ciencia, Estructura de la realidad nacional, Sociología de la Educación. Consultor independiente, principalmente en temas de Desarrollo, medio ambiente y conflictos sociales y asesor en trabajos de investigación de pre y post grado.

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN
Dr. Edison R. Torres Aldave Soc
DOCENTE
Validador
DNI. N° 26694939

Apéndice 03.

FICHA DE EVALUACION GLOBAL DEL INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN.

Apreciado docente - investigador:

Por favor responda si el instrumento de investigación, el cual está usted evaluando como juez validador, cumple con los siguientes requisitos abajo descritos. De responder de manera negativa a algunos de ellos, especifique en comentario el porqué.

CRITERIOS	SI	NO	COMENTARIO
1. Si el instrumento contribuye a lograr el objetivo de la investigación.	x		
2. Si las instrucciones son fáciles de seguir	x		
3. Si el instrumento esta organizado en forma lógica.	x		
4. Si el lenguaje utilizado es apropiado para el público al que va dirigido.	x		
5. Si existe coherencia entre las variables, indicadores e ítems.	x		
6. Si las alternativas de respuestas son las apropiadas.	x		
7. Si las puntuaciones asignadas a las respuestas son las adecuadas.	x		
8. (*) Si considera que los ítem son suficientes para medir el indicador.	x		
9. (*) Si considera que los indicadores son suficientes para medir la variable a investigar.	x		
10. (*) Si considera que los ítems son suficientes para medir la variable.	x		

(*) Se responderán en función a como esté conformado el instrumento de investigación.

Comentario: El marco operacional de variables, dimensiones e indicadores tiene pertinencia y es consistente con los ítems considerados y se debe proceder a su aplicación.

Atentamente,



UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y EDUCACIÓN
Dr. Edison R. Torres Aldave S.C.
DOCENTE

Validador
DNI. N° 26694939

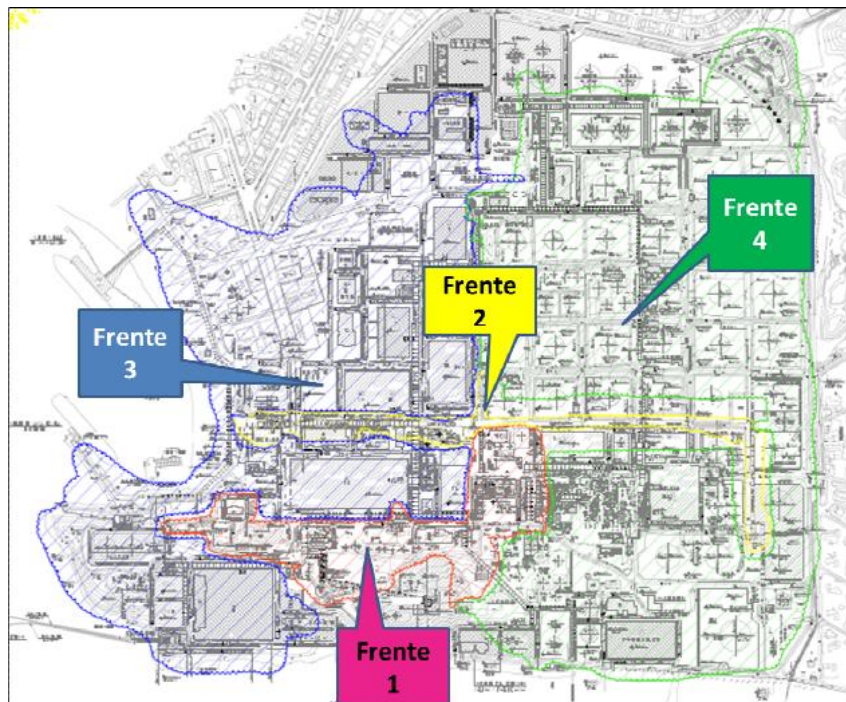
ANEXOS

Anexo 01.



Ubicación Geográfica del Proyecto. Google maps. Elaboración propia

Anexo 02.



Ubicación de los frentes de trabajo. Diseño de Ingeniería.

Anexo 03.



Montaje de estructuras del Proyecto.