

Universidad EAN
Facultad de estudios en Ambientes Virtuales
Seminario de Investigación

Guía 3. INFORME TÉCNICO FINAL

TERCERA ENTREGA: INFORME TÉCNICO RESULTADO DE INVESTIGACIÓN

Propuesta metodológica para el mejoramiento continuo de la gestión de proyectos en una fábrica de transformadores eléctricos en Colombia.

Autores:

Adriana María Ibáñez Sepúlveda – Gerencia de proyectos
Julián David Gómez Rodríguez – Gerencia de proyectos
Alfredo Enrique Villadiego del Villar - Gerencia de procesos de calidad e innovación

Bogotá D. C.
Mayo 17 2020

Tabla de contenido

1. Resumen	5
2. Introducción	6
3. Planteamiento del problema de investigación	7
4. Marco teórico	9
4. 1 Metodologías Propuestas	9
4. 2 Triángulo de Hierro	10
4. 3 Balanced Scorecard	11
4. 4 Valor Ganado	12
4. 5 Value Stream Mapping	12
4. 6 Estado del Arte	13
5. Marco Institucional	16
5. 1 Presencia global	16
5. 2 Siemens en Colombia	16
5. 3 La Gerencia de proyectos en la Fábrica de Transformadores	18
6. Metodología	23
6.1. Metodología general o de primer nivel	23
6.1.1 Enfoque, diseño de la investigación y alcance o tipo de estudio	23
6.1.2 Definición de Variables	23
6.1.3 Población y Muestra	25
6.2. Metodología particular o de segundo nivel	26
6.2.1 Selección de métodos o instrumentos para recolección de información	26
6.3 Medición de Variables	29
7. Análisis de resultados	30

7.1. Metodología propuesta	33
8. Discusión	35
9. Conclusiones	35
10. Referencias	37
11. ANEXOS	40

Índice de tablas

Tabla 1. Ranking de KPI.	14
Tabla 2. Relación entre KPI y funciones clave en la gestión de proyectos.	15
Tabla 3. Ejemplo de preguntas y devoluciones.	27
Tabla 4. Resultados: Prueba Chi cuadrado en primera roda de encuestas.	30
Tabla 5. Mudanzas del proceso de Gestión de Proyectos.	31

Índice de figuras

Figura 1 Esquema del análisis Balanced Scorecard	9
Figura 2 Análisis de valor ganado.	10
Figura 3 Extensión del triángulo de hierro.	12
Figura 4 Criterios de éxito en la gestión de proyectos	13
Figura 5 Enfoque bidimensional de la excelencia del proyecto.	16
Figura 6 Enfoque bidimensional de la excelencia del proyecto	17
Figura 7 Modelos específicos de hitos de PM @ Siemens para tipos de negocios definidos	19

Figura 8 Fases e hitos de los proyectos en transformadores	20
Figura 9 Triángulo de hierro en la gestión de proyectos en Siemens	21
Figura 10 Tipología de problemas.	24
Figura 11 Diagrama de metodología propuesta	

1. Resumen

Esta investigación contiene los elementos estructurales y de detalle que fueron usados por los autores para el estudio y análisis del proceso de gestión de proyectos dentro de una fábrica de transformadores eléctricos en Colombia. Se realizó una intervención en el área mencionada, con un enfoque cuali-cuantitativo.

En la fábrica de transformadores se tiene implementada la Gestión de Proyectos como pilar administrativo básico. Sin embargo, no se cuenta con herramientas concretas que permitan medir la gestión de los administradores de proyectos. Adicionalmente, no se tiene una metodología para el mejoramiento del proceso. Para la Gerencia de la fábrica no está claro el valor agregado de la gestión de proyectos en la fábrica.

Dado lo anterior, se propuso como objetivo identificar una metodología que ayude a la gerencia de proyectos de la fábrica, a identificar las actividades que no generan valor al proceso y que no contribuyen al logro de los KPI del Balance Score Card.

Para el desarrollo de la investigación, se emplearon diferentes herramientas y metodologías: la metodología Delphi, la aplicación de cuestionarios, la definición del Mapa de Valor (Value Stream Mapping) del área en estudio. Estos instrumentos y metodologías se aplicaron a las variables del triángulo de hierro, previo análisis del Balance Score Card de la fábrica. Se realizaron dos rondas de cuestionarios al panel de expertos, llegando así a la definición objetiva de las mudas del proceso de manejo de proyectos en la fábrica. Esto fue contrastado contra el Value Stream Mapping (VSM y VSD) definidos durante 5 sesiones con los expertos, con el cual también se evidenciaron las actividades que no generaban valor.

Como resultado, se presenta el análisis de las actividades que componen el VSM, seguido de la discusión de los autores y las conclusiones del estudio. Por último, se presenta la metodología definida para el mejoramiento continuo del proceso de la gestión de proyectos en la fábrica.

Palabras clave: Value Stream Mapping, metodología Delphi, triángulo de hierro, Balance Score Card, gestión de proyectos.

2. Introducción

La fábrica escogida para el estudio cuenta con la gestión de proyectos implementada desde hace 15 años, inicialmente como consecuencia del requerimiento de la Casa Matriz de la multinacional a la cual pertenece la fábrica en estudio. Con el pasar de los años, la fábrica de transformadores ha visto cómo en un mundo cada vez más globalizado, se ha hecho evidente la necesidad de dar mayor importancia a la gerencia de proyectos, bajo los lineamientos de estándares internacionales como el del Project Management Institute -PMI-. Para la compañía objeto del presente estudio, desde casa matriz se ha definido con base en los lineamientos del PMI una metodología específica y por tipo de proyecto, lo cual ha influido en la incursión en nuevos mercados que exigen la aplicación de estándares de gestión de proyectos, poniendo la fábrica al nivel de otras que alrededor del mundo también han especializado la gestión de sus proyectos.

A pesar de lo anterior, se justifica la realización del estudio para encontrar una metodología que permita el mejoramiento en el área de gestión de proyectos como tal, dado que en algunos momentos para los gerentes de la fábrica no es totalmente claro el beneficio de tener implementada la metodología y se pone algunas veces en duda su aporte de valor en la consecución de los objetivos y metas estratégicas.

Por otra parte, para los gerentes de proyectos que trabajan en el área de estudio, es claro el aporte positivo de la gerencia de proyectos en la consecución de los objetivos, pero, no se cuenta con herramientas concretas que permitan medir su gestión para así mejorar el proceso.

Adicionalmente, se requiere la eliminación de las mudas que distraen del objetivo final y del “core” de su gestión, lo cual influye en que los esfuerzos no sean enfocados en lo realmente importante para el negocio.

3. Planteamiento del problema de investigación

En la fábrica de transformadores donde se está realizando la investigación, no hay una metodología de mejoramiento continuo propia del área de gestión de proyectos, la cual permita evaluar y hallar acciones de mejora que aporten valor para la compañía. En el área existen indicadores de calidad enfocados únicamente desde la gestión financiera y de calidad de los proyectos. Para lograr un mejoramiento continuo, se pueden considerar criterios incluidos en el triángulo de hierro: costo, tiempo y calidad como una aproximación inicial (Agarwal & Rathod, 2006).

La pregunta general que ha incentivado el presente trabajo de investigación es: ¿Cómo aplicar una metodología de mejoramiento continuo en un área de gestión de proyectos, para la generación de valor dentro de una compañía?

Partiendo de la pregunta general se plantean los siguientes objetivos para este estudio de investigación

Objetivo general:

Proponer una metodología existente o adaptada según el tipo de compañía, para el mejoramiento continuo en el área de gestión de proyectos en una fábrica de transformadores eléctricos en Colombia.

Objetivos específicos:

- Identificar de los factores críticos de éxito, para la gestión en el área de gerencia de proyectos en una fábrica de transformadores eléctricos.
- Diseñar una metodología de mejoramiento continuo en la gestión de proyectos en una fábrica de transformadores
- Implementar un piloto de aplicación de la metodología en la fábrica objeto de estudio.
- Ajustar la metodología de mejoramiento continuo de acuerdo con los resultados del piloto.
- Plantear la metodología definitiva.

En la fábrica objeto de estudio, se cuenta con el proceso de gestión de proyectos implementado desde hace 15 años. Sin embargo, no existe claridad para las áreas de la compañía respecto a la generación de valor de este proceso, especialmente para la Gerencia General. Por otra parte, la gestión de la calidad en la dependencia mencionada, se basa únicamente en indicadores financieros y de calidad de los proyectos realizados, sesgando el análisis de los indicadores hacia la gestión financiera y de calidad, desconociendo factores críticos de éxito para la compañía.

Lo anterior justifica la propuesta de una metodología que permita hacer seguimiento a los factores críticos de éxito para la gestión de proyectos, permitiendo evaluar la gestión propia del área y aplicar acciones de mejora para los procesos manejados por la dependencia. De esta forma se pretende generar valor hacia las partes interesadas de la compañía.

El proyecto propuesto relaciona la gestión de la calidad en los procesos al interior de la gerencia de proyectos, permitiendo el mejoramiento continuo de la dependencia a partir de la metodología propuesta al final del proyecto de investigación. La gestión de la calidad, al interior de los procesos de la gerencia de proyectos, permitirá la evaluación permanente de los mismos, retroalimentándolos a partir de los hallazgos, producto de la aplicación una herramienta seleccionada para la evaluación de calidad de la dependencia. De esta forma, se generan acciones correctivas o de mejora en los procesos de la gerencia de proyectos, haciendo que los mismos generen valor a partir de factores críticos de éxito identificados.

La estrategia usada en el presente estudio investigativo es el de intervención en una compañía con un alcance analítico o correlacional y con un enfoque mixto: cuantitativo y cualitativo. El resultado de la investigación podrá ser implementado por la compañía, en la cual se está realizando el trabajo de investigación, directamente por el área de proyectos y con el acompañamiento del área de calidad de la misma.

4. Marco teórico

Es importante destacar que, a la fecha en la empresa en estudio, se tienen indicadores de desempeño en diferentes áreas, sin embargo acorde a la problemática esbozada y a los objetivos planteados se quiere aplicar un indicador sobre la de gestión de proyectos en la empresa, es decir ésta estaría desarrollada para los Project Manager de la empresa en estudio.

Anexo a este documento se adjuntará un Glosario de definiciones básicas para la comprensión de este documento.

4.1 Metodologías Propuestas

Acorde a los objetivos planteados, se requiere identificar cuáles son las necesidades actuales en la empresa en cuanto a indicadores del área de gestión de proyectos; los factores críticos de éxito serán analizados respecto a cada una de las metodologías planteadas para así identificar cual es la metodología que mejor se ajusta a las necesidades planteadas.

De igual forma es importante resaltar que debe realizarse un análisis en el desarrollo del trabajo, en el cual se tengan en cuenta factores a evaluar y el resultado esperado del análisis, para así poder tomar decisiones que generen valor a la compañía.

Como anexo a este documento se va a incluir un glosario con los conceptos más relevantes para el desarrollo del trabajo de grado.

Resulta natural indagar cómo se va a desarrollar, mediante qué elementos y es necesario el uso de KPI ya que estos se vuelven necesarios a la hora de medir, como lo indica (Avella, 2019) los KPI están diseñados para realizar un proceso de observación repetida en el espacio, acorde a una metodología y unos protocolos establecidos inicialmente, por ende es importante definir qué metodología se ajusta a los requerimientos ya que acorde a la naturaleza de los datos, ya sean cualitativos como cuantitativos (Avella, 2019)

Por esto se ha recopilado información secundaria y se plantean las siguientes metodologías que se pueden llegar a ajustar y le pueden aportar valor a las decisiones que se tomen respecto a sus resultados las cuales son:

4. 2 Triángulo de Hierro

La primera metodología a evaluar es la metodología del triángulo de hierro el cual tuvo sus inicios en la crisis del software en la década de 1940 en donde se empezaron a vislumbrar las primeras metodologías ágiles y modelo el del cual surgió el que es nombrado se basa en tres principios objetivos que son los que la empresa a estudiar quiere implementar, es un balance entre Objetivos de los proyectos, Tiempos y por último e igual importante los costos.

La importancia de esta metodología es que desde un principio los tres pilares están interconectados tal como lo asevera (Eraso, 2013) y que cualquier cambio en cualquiera de los tres pilares afectará los otros dos, es decir, cambios en el presupuesto del proyecto afectarán tanto los objetivos y los tiempos, de igual forma cuando suceden cambios en cualquiera de los otros pilares, en el momento que se afecte uno y no se esté reflejando en los otros indicadores debe tenerse cuidado ya que se está afectando la calidad de la entrega.

Esta metodología es útil para los *stakeholders* ya que mediante el análisis de la variación de los tres pilares se pueden establecer qué diferencias existen respecto a las previsiones iniciales al iniciar el proyecto y en el caso que existan estas diferencias tampoco se estén afectando los otros valores intrínsecos del proyecto es decir la calidad, los recursos y el riesgo. (Motoa, 2015).

Es de importancia saber cómo se puede medir ya que como el Project Management Institute (PMI, 2013) propone, el éxito de los proyectos se debe medir en términos de completar el proyecto dentro de las restricciones del alcance del mismo proyecto, y partiendo de este concepto se debe evaluar estos conceptos en conjunto con la efectividad externa del proyecto, es decir cuál es la satisfacción del cliente respecto a la entrega del producto. (Motoa, 2015)

Cabe destacar que en esta metodología se mezclan valores cuantitativos como cualitativos por lo cual debe tenerse cuidado con los valores cualitativos ya que estos pueden ser subjetivos y pueden dar errores de medición, para que los *stakeholders* puedan tomar decisiones teniendo en cuenta los resultados, implementar estrategias de corrección o mejora en siguientes proyectos o en el progreso del proyecto en el transcurso del mismo para alcanzar los objetivos propuestos.

4.3 Balanced Scorecard

El Balanced Scorecard es una metodología también cuyo objetivo es fortalecer estrategias de las empresas para la toma oportuna de decisiones, planteamiento, ejecución y seguimiento de acciones que facilitan la interpretación del cumplimiento de los objetivos propuestos mediante de metas alcanzables y cuantificables, es importante recalcar que en esta metodología se hace un análisis cuantitativo el cual da menor oportunidad a subjetividades (Díaz, 2013).

Es importante que se estén monitoreando los elementos importantes que en el balance scorecard se traducen como cuatro perspectivas primordiales las cuales son

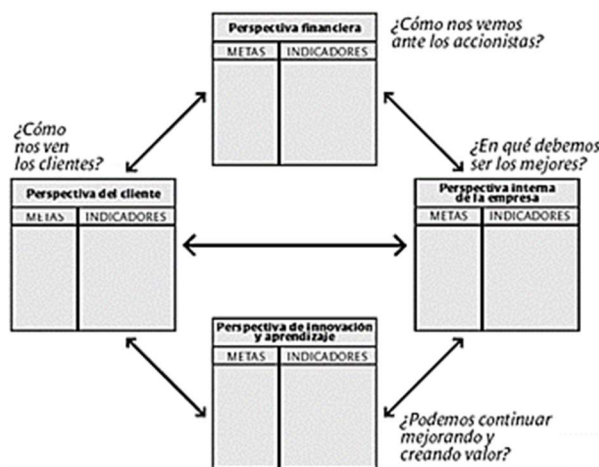


Figura 1 Esquema del análisis Balanced Scorecard

Fuente: Strategy-box, (2019)

Y acorde a estas perspectivas se procede a realizar un análisis e identificar cuáles son sus falencias para reforzar estrategias sobre estas y que modelos de gestión se pueden aplicar para solventarlas y también para identificar qué fortalezas se tienen.

Esta implementación se debe realizar de una manera gradual en una empresa en donde en primer lugar se tiene que identificar cuáles son los objetivos a desarrollar seguido de una implementación de indicadores claves relacionados con los objetivos para así implementar el balanced scorecard con unos roles definidos para cada coordinadora y así empezar a generar los controles requeridos para cumplir los objetivos planteados inicialmente. (Díaz, 2013)

4.4 Valor Ganado

Es una herramienta para la medición del rendimiento, que ayuda a evaluar la magnitud de todas las variaciones que tienen lugar en un proyecto y permite evaluar el avance real de un proyecto en cuanto a plazos y costos en un momento determinado (Montero, s.f.). El valor ganado permite la toma de decisiones por parte del Project manager y su equipo respecto al estado actual de un proyecto en curso, a partir del análisis de la línea base del proyecto Fig.2 .

Para el análisis se tienen cuatro factores básicos:

- Valor Planificado (Planned Value, PV).
- Valor Ganado (Earned Value, EV).
- Costo Real (Actual Cost, AC).
- Presupuesto hasta la conclusión (BAC)

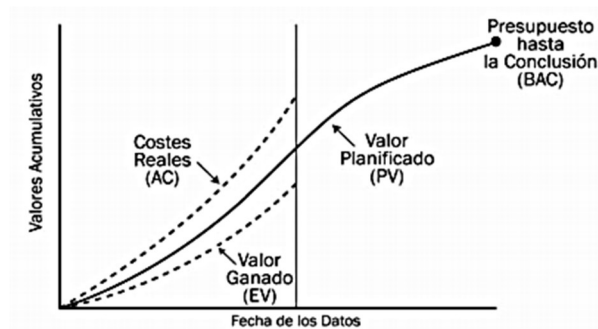


Figura 2 Análisis de valor ganado.

Fuente: PMI, (2013)

4.5 Value Stream Mapping

VSM es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para posteriormente iniciar las actividades necesarias para eliminarlas.

VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora siendo muy precisa debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados.

En la fábrica de transformadores en estudio, esta es una de las técnicas más utilizadas para la revisión y evaluación de procesos dentro del entorno lean manufacturing. En esta metodología se realiza un mapeo actual del proceso identificando todas aquellas actividades que se realizan, agreguen valor o no. Posteriormente se analiza uno a uno llegando a tener el llamado VSD, es decir el Value Stream Desired.

4. 6 Estado del Arte

Autores han estudiado ampliamente el desempeño de la gestión de proyectos por medio de diferentes metodologías. Dentro de los estudios realizados se destacan aquellos que por medio de un análisis de correlación. Diez, Amaya, Gimena & Montes (2012) evaluaron el impacto de factores clave medición sobre el desempeño en la gestión de proyectos, los factores evaluados fueron: tiempo, coste, calidad, actividades, alcance y satisfacción de beneficiarios e involucrados. Como resultado se destaca que los factores de costos, actividades y beneficiarios tienen mayor correlación con el desempeño, además de los costos y el tiempo como factores clave para el desempeño de los proyectos.

Montero (s.f.) relacionó el número de artículos científicos, los factores a medir y el sector de proyectos, a través de una matriz de calificación. En el estudio se recomienda la extensión de los factores de métrica más allá del triángulo de hierro (a tiempo, bajo el presupuesto y según especificaciones). Se destaca que para los proyectos en general los autores sugieren aplicar indicadores sobre los factores de calidad, costo y de desempeño general.

Otros autores han destacado la importancia del balance scorecard para la gerencia integral de compañías bajo un mismo cuadro de mandos ajustable al contexto interno y externo de la misma (Montoya, 2011). Por ello, En consecuencia, Masood, Shahzad & Tahir (2009) realizaron un análisis de correlación lineal entre los factores clave de desempeño y el desempeño de la gestión de proyectos. La gestión del desempeño de la gestión de proyectos a través de KPI, demostró ser la estrategia más apropiada para incrementar el desempeño de la gestión de proyectos, con

respecto a las demás variables estudiadas (liderazgo en la gestión de proyectos, staff, políticas y estrategia, cooperación y recursos, gestión de ciclo de vida de proyectos).

Adicionalmente, es importante vincular los KPI adecuados para el tipo de proyectos a ejecutar y gestionar con el balance scorecard. Rehman & Ogunlana. (2010) evaluaron el uso de KPI más allá del triángulo de hierro, proponiendo otros elementos a ser medidos como lo son: seguridad, eficiencia y efectividad.

Tabla 1. Ranking de KPI.

Description	Overall (76) ^a		Client (7)		PMC (10)		CSC (38)		DC (5)		CC (16)	
	M [*]	R ^{**}	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R
On time	4.61	1	4.00	3	4.60	1	4.55	1	5.00	1	4.88	1
Under budget	4.38	2	3.57	7	4.40	2	4.42	2	4.20	4	4.69	2
Efficiently (use of resources)	4.25	3	4.43	1	4.30	3	4.24	5	4.00	6	4.25	4
Safety	4.24	4	3.57	6	3.90	6	4.37	4	4.60	2	4.31	3
Meets the specifications	4.21	5	3.57	8	4.10	4	4.39	3	4.20	5	4.13	6
Free from defects (high quality of workmanship)	4.03	6	4.00	4	3.90	7	4.05	8	3.80	7	4.13	7
Conforms to stakeholders' expectations	4.00	7	4.14	2	3.90	8	4.11	7	3.60	9	3.88	9
Doing the right thing (effectiveness)	3.99	8	3.14	9	3.90	5	4.16	6	4.40	3	3.88	8
Minimized construction aggravation, disputes, and conflicts	3.95	9	3.71	5	3.90	9	3.92	9	3.80	8	4.19	5

^a No. of respondents.
^{*} Mean.
^{**} Rank.

Fuente: Rehman & Ogunlana. (2010)

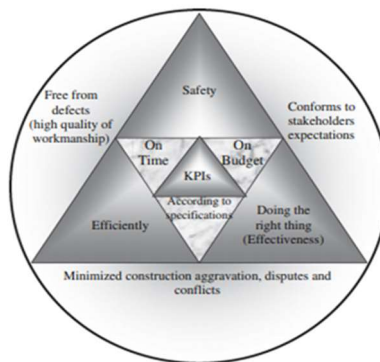


Figura 3 Extensión del triángulo de hierro.

Fuente: Rehman & Ogunlana, (2010)

Salem, Kumar & Panuwatwanich (2012) evaluaron la significancia y la correlación de distintas variables de salud de proyectos con los distintos KPI de: costo, tiempo, alcance, calidad,

seguridad y satisfacción de clientes Tabla 2, los resultados demuestran una gran correlación y significancia para KPI de costo y tiempo; una menor significancia para procesos de calidad y seguridad.

Tabla 2. Relación entre KPI y funciones clave en la gestión de proyectos.

PHC core functions	KPIs					
	Cost	Time	Scope	Quality	Safety	Satisfaction
PH1: Governance and Leadership	(■)	(■)	(■)	(■)	(■)	(■)
PH2: Engineering, Detailed Design and Specifications	(■)	(■)	(■)	(■)	(..)	(■)
PH3: Procurement, Transportation and Warehousing	(■)	(■)	(..)	(■)	(■)	(..)
PH4: Planning and Control	(■)	(■)	(■)	(□)	(■)	(..)
PH5: Team Performance	(■)	(■)	(..)	(■)	(■)	(..)
PH6: Information and Communication Management	(■)	(■)	(■)	(■)	(■)	(■)
PH7: Quality Management	(■)	(■)	(..)	(■)	(■)	(..)
PH8: Offsite Management	(..)	(□)	(..)	(■)	(■)	(..)
PH9: Risk Management	(■)	(■)	(■)	(..)	(..)	(..)

Matrix key: ■ Strong and direct link; □ Direct link; .. No clear direct link.

Fuente: Salem, Kumar & Panuwatwanich (2012).

Geppa, Hellmutha, Schäfflerb & Vollmar (2014) aplicaron cuestionarios a 19 individuos relacionados con la dirección y gestión de proyectos de ingeniería en plantas industriales, encontrando los resultados mostrados en la Fig. 4.



Figura 4 Criterios de éxito en la gestión de proyectos

Fuente: Geppa, Hellmutha, Schäfflerb & Vollmar (2014)

5. Marco Institucional

Siemens es una compañía multinacional de origen alemán con varias empresas asociadas; tiene múltiples sedes en diferentes partes del mundo, siendo ésta considerada como la empresa líder en fabricación industrial. Opera en cuatro sectores de la industria a nivel mundial:

- Sector Industrial
- Sector Energético
- Sector Salud (Siemens Healthineers)
- Infraestructuras y Ciudades

5.1 Presencia global

Durante más de 170 años, el nombre Siemens ha sido sinónimo de internacionalización y presencia mundial. Siemens es una potencia mundial posicionada a lo largo de la cadena de valor de la electrificación, desde la generación de energía, la transmisión y la distribución hasta las soluciones de redes inteligentes y la aplicación eficiente de la energía eléctrica, así como en las áreas de diagnóstico por imágenes y diagnóstico de laboratorio. Hoy, Siemens tiene alrededor de 379.000 empleados en más de 200 países. Opera en plantas de producción y fabricación en todo el mundo. Además, contamos con edificios de oficinas, almacenes, instalaciones de investigación y desarrollo u oficinas de ventas en casi todos los países del mundo.

5.2 Siemens en Colombia

Con 64 años de presencia en el país, Siemens ha participado en importantes proyectos de energía e infraestructura tecnológica en la industria nacional y el sistema de salud. Representa 0,1% del total de las exportaciones nacionales, el 0,2% del total de las exportaciones del sector industrial, 11,1% de la fabricación de maquinarias de aparatos eléctricos y actualmente tiene registradas 13 referencias de productos con sello 100% colombiano.

Siemens ha sido partícipe y puede seguir soportando la diversificación de la matriz energética en el país. En 1992, con el inicio de los proyectos más importantes de generación térmica, la Compañía instaló turbinas de generación a gas y vapor en las centrales Termoflores, Termocentro, TermoemCali, Termovalle y Termo Merilectrica, que le aportan a la red 2,1 GW.

Durante las últimas décadas Siemens ha sido un aliado del sector energético del país, aportando tecnología e innovación en los más importantes proyectos de transmisión y distribución nacional,

para ampliar la capacidad instalada y suplir la demanda energética. El 40% de los sistemas de transmisión de energía en Colombia cuentan con tecnología Siemens.

Siemens ha sido proveedor de soluciones de electrificación, automatización y digitalización, incluyendo tratamiento de aguas producidas, compresión para inyección de gas, bombeo y eficiencia energética; incluso un software para cada uno de los procesos de la cadena de petróleo y gas en las más importantes empresas del sector como Ecopetrol y sus filiales.

Siemens ha ejecutado 51 proyectos con las principales cementeras del país, en 22 plantas durante los últimos 15 años. Además, 16 soluciones integrales para líneas completas de clínker y cemento con alcance de ingeniería, sistemas de control, suministro de equipos, instrumentación y sistemas de energía, puesta en marcha, entrenamiento y mantenimiento.

Siemens siempre ha apoyado el crecimiento y desarrollo de este sector, participando en diversos proyectos relacionados con la electrificación y automatización para la optimización de sus procesos y, el incremento de la producción con mayor eficiencia energética. En la actualidad, el 35% de la capacidad instalada de cogeneración del sector del azúcar en Colombia, se realiza con turbogeneradores Siemens en los Ingenios Riopaila-Castilla, Incauca y Manuelita.

Desde hace más de 40 años, Siemens ha sido pionero en soluciones de movilidad en Colombia. En 1978 instaló la primera red semafórica del país en Bogotá y hoy en día la ciudad cuenta con tres centrales de semaforización y más de 1.300 intersecciones.

En los últimos tres años, se han generado 6.900 soluciones innovadoras, que incluyen los servicios de diseño, producción y pruebas, contribuyendo de esta manera al desarrollo en la industria petrolera, minera, de generación, transmisión y distribución de energía.

Desde hace más de 50 años, Siemens ha automatizado los procesos industriales de las empresas colombianas más importantes del sector de hidrocarburos, de la industria minera, cementera, papelera, del mercado de alimentos y bebidas, empresas siderúrgicas y 10 de los 13 ingenios azucareros nacionales.

Siemens cuenta con un portafolio medioambiental para apoyar la industria colombiana con tecnologías que logran hasta un 80% de eficiencia energética en cualquier aplicación, como es el caso de Energy manager PROTM, el único software certificado con la norma ISO 50001.

5. 3 La Gerencia de proyectos en la Fábrica de Transformadores

Hace más de 18 años en Nuremberg Alemania, Siemens dio inicio al reto de convertirse en una empresa con excelencia en proyectos. La aspiración como empresa es ser el motor de la innovación en electrificación, automatización y digitalización y ser un socio confiable para los clientes. Estar a la altura de esa aspiración requiere excelente gestión de los proyectos y de toda la cadena de valor.

Aproximadamente la mitad de los ingresos totales de Siemens proviene del negocio de los proyectos. En muchos Proyectos de Siemens, el nivel de complejidad es alto por lo que las preguntas iniciales fueron: ¿Cómo podemos gestionar el riesgo de manera proactiva y profesional en tales proyectos? ¿Y cómo podemos aprender y mejorar constantemente como organización?

Ahí es donde entró el PM @ Siemens; durante 18 años, PM @ Siemens ha estado definiendo y refinando normas de gestión de proyectos. Como resultado, hoy son de última generación y se aplican en toda la empresa. El PM @ Siemens Guide 6.0 proporciona un marco bien estructurado, claramente definido, con responsabilidades y herramientas necesarias.

La Guía de PM describe las expectativas para un excelente negocio de proyectos y los requisitos mínimos obligatorios que deben lograrse en dos dimensiones.

En la primera dimensión (Figura 5), se pueden encontrar actividades clave, asignadas a áreas profesionales del negocio del proyecto (PB) y la gestión del proyecto (PM) y que son esenciales y se utiliza continuamente durante el ciclo de vida de cada proyecto, comenzando en las primeras fases desde la venta.

En la segunda dimensión (Figura 5), se describen requisitos detallados, asignados a hitos específicos y adaptados a los tipos de negocio principales (Planta y Solución, Servicio y Pequeños proyectos). Se establecen en un orden lógico basado en entradas, salidas y actividades recomendadas.

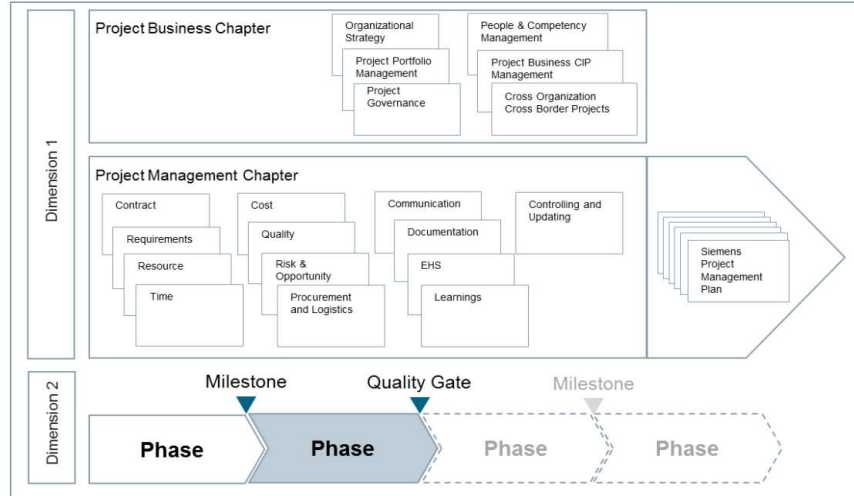


Figura 5 Enfoque bidimensional de la excelencia del proyecto.

Fuente: PM@Siemens Guide (2016)

El ciclo de vida de un proyecto se caracteriza por una serie de fases a través de las cuales el proyecto pasa hasta el final: la garantía. Cada fase finaliza con un hito que se establece como punto de control para evaluar el logro de los resultados definidos y guiar el proyecto a través de su ciclo de vida. Los hitos clave seleccionados se marcan como “Quality Gates” Puertas de calidad, que se utilizan para verificar la madurez lograda de los resultados. El objetivo de los “Quality Gates” es proceder solo una vez que se hayan cumplido los requisitos, o se han definido y asignado acciones claras para cerrar las brechas.

Proyecto Global Excelencia Empresarial:

El Director Ejecutivo (CEO) en cada sede de una División o Unidad de Negocio que está involucrado en el negocio de los proyectos tiene la responsabilidad de garantizar un entorno adecuado e instalar roles clave. Esto ayuda a implementar el marco organizacional y establecer las condiciones para lograr los beneficios organizacionales definidos.

En la siguiente figura se puede observar la interacción entre el entorno organizacional y del proyecto.

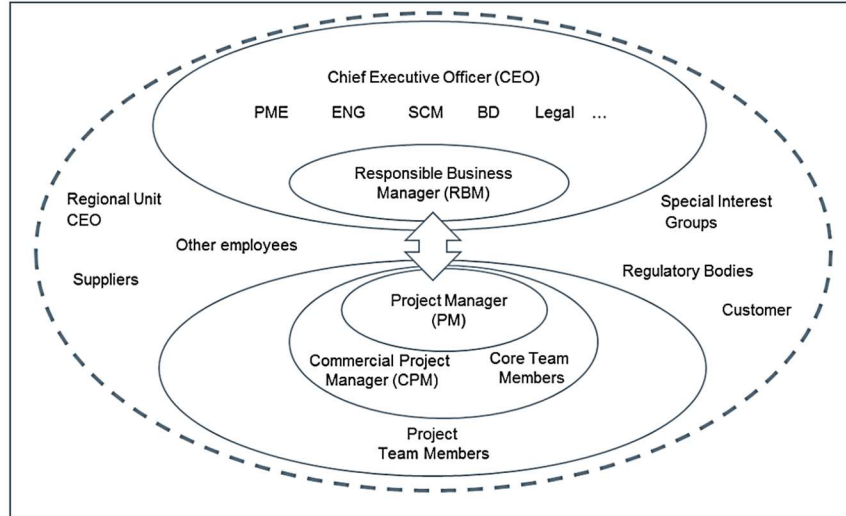


Figura 6 Enfoque bidimensional de la excelencia del proyecto

Fuente: PM@Siemens Guide (2016)

Tipos de negocios:

Siemens ejecuta proyectos que varían significativamente en tipo, entregables y nivel de complejidad. Los siguientes tipos de negocios son relevantes para PM @ Siemens:

- Proyectos de planta y solución (tipo predeterminado)

Este tipo se caracteriza por soluciones específicas para el cliente que incluyen una combinación de diferentes productos y / o sistemas, ingeniería y planificación de proyectos, así como al menos uno de los siguientes servicios: diseño conceptual, integración de sistemas, montaje, puesta en marcha.

- Proyectos de servicio

Este tipo se caracteriza por la implementación de un servicio específico para el cliente y por un determinado período de tiempo.

- Pequeños proyectos

Estos proyectos tienen los mismos atributos que los proyectos de Planta y Solución o servicio descrito arriba; sin embargo, pueden caracterizarse por una menor complejidad y, por lo tanto, menos riesgos y perfiles de menor riesgo. En consecuencia, los pequeños proyectos están sujetos

a un PM simplificado proceso con un conjunto reducido de hitos para equilibrar el riesgo con una contribución de mayor valor.

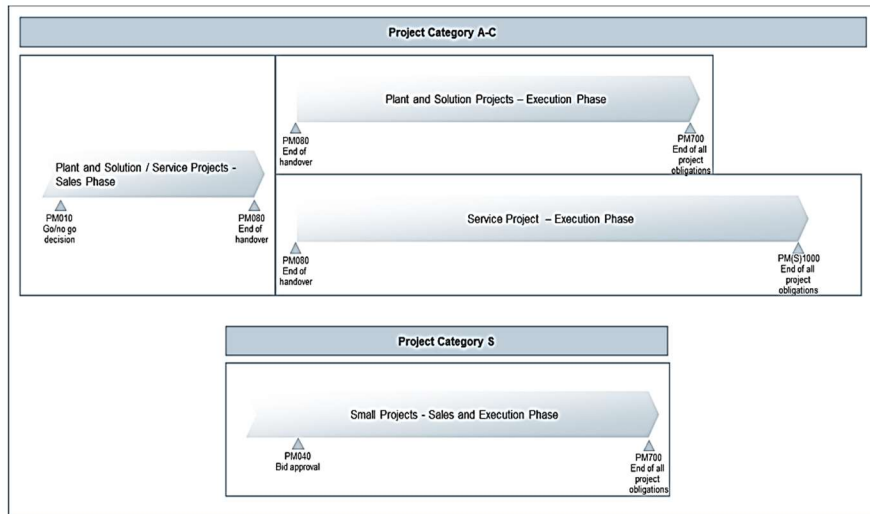


Figura 7 Modelos específicos de hitos de PM @ Siemens para tipos de negocios definidos

Fuente: PM@Siemens Guide (2016)

La figura anterior es una descripción general simplificada de los tres tipos de negocios.

PM@Transformadores:

A partir del PM@Siemens, se desarrolló para las unidades de negocios de transformadores una guía específica para el tipo de negocio.

Se aplica la directriz PM @ transformadores a proyectos de clientes de PT en el negocio de plantas y soluciones de TR. Los proyectos se caracterizan por:

- La provisión de un producto y solución únicos y a la medida, según las necesidades de los clientes
- Un contrato en el que las obligaciones de las partes son claramente definidas (servicios, precios, plazos, deberes para cooperar).

Fases e hitos de los proyectos en transformadores:

La figura 8 muestra las fases, subprocesos e hitos en el proceso de adquisición y ejecución del proyecto (incluido el proceso de manufactura).

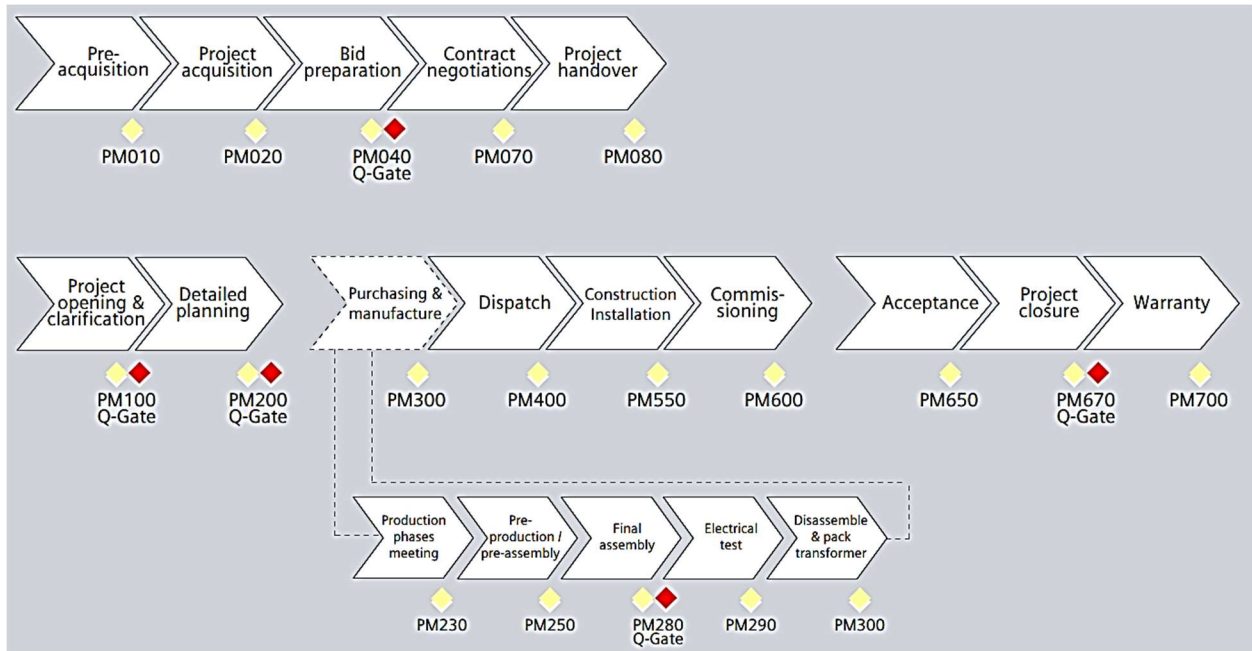


Figura 8 Fases e hitos de los proyectos en transformadores

Fuente: PM@Siemens Guide (2016)

6. Metodología

6.1. Metodología general o de primer nivel

6.1.1 Enfoque, diseño de la investigación y alcance o tipo de estudio

El tipo de estudio es de intervención en una empresa. La hipótesis de la que se parte es que no existe claridad para las áreas de la compañía respecto a la generación de valor del proceso de PM-PQM, especialmente para la Gerencia General de la unidad de negocio.

Los proyectos en la fábrica tienen oportunidad de mejora en tiempo, calidad y costo, mediante la mejora en la forma como los administradores de proyectos realizan su trabajo.

Se aclara que, en la fábrica, los Project Managers (PM) además de su rol de administradores de proyectos, tienen el rol Project Quality Managers (PQM), por lo que, en esta investigación al hablar de PM, se está hablando de PM y PQM como uno solo.

6.1.2 Definición de Variables

Teniendo como base el marco teórico y las metodologías exploradas en el informe 1, así como la definición del problema y los objetivos propuestos, en este informe 2 se han definido las variables a estudiar.

Por otra parte, como método de apoyo de definición de las variables, también se estudia la teoría del PM@Siemens, bajo el cual las variables escogidas son las claves al momento de ejecutar los proyectos en la compañía y en la unidad de negocio en estudio.

En la unidad de negocios de transformadores, el gerente de proyectos es responsable de monitorear el desempeño del proyecto contra los planes definidos y tomar medidas correctivas para luchar proactivamente hacia el cumplimiento del alcance, al tiempo que optimiza los resultados del proyecto dentro de un entorno dinámico. Esto requiere que el gerente de proyectos deba equilibrar tiempo, costo y calidad y gestionar adecuadamente los riesgos y oportunidades, comenzando desde la fase inicial de ventas.

En este sentido, se definen como variables de estudio las del triángulo de hierro: tiempo, costo y calidad.

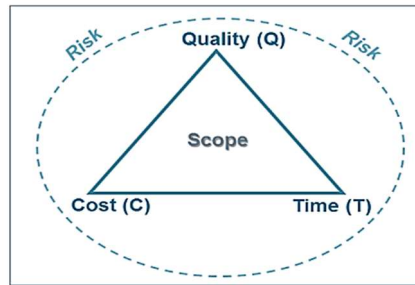


Figura 9 Triángulo de hierro en la gestión de proyectos en Siemens

Fuente: PM@Siemens Guide (2016)

6.1.2.1 Definición conceptual

A continuación, se describen conceptualmente las variables calidad, costo y tiempo dentro del contexto de la gerencia de proyectos:

Tiempo: Fecha de entrega del alcance. No necesariamente todo el alcance debe ser entregado al final del proyecto, pueden ser necesarios plazos intermedios en caso de que el proyecto esté relacionado con otras actividades.

Costo: Se trata del precio a pagar por la realización del proyecto. Dependiendo del tipo de proyecto puede incluir solamente los costos directos o también costos indirectos de la empresa como ventas o investigación y desarrollo.

Calidad: La calidad como proceso se encarga de supervisar que el proyecto se ejecuta de acuerdo al alcance, plazo y costos acordados. Además, la calidad como propiedad tiene una influencia en el resto de los factores, ya que una mala calidad tendrá como repercusión un aumento de costos, un retraso en el proyecto, o entregables que no se corresponden del todo con lo acordado/esperado.

6.1.2.2 Definición operacional

- **Definición operacional de la variable tiempo:** DR: Delivery Reliability

[Número de transformadores entregados en la fecha (contractual) confirmada / Total de transformadores entregados en el acumulado] * 100

- **Definición operacional de la variable costo:** Profit

Dinero ganado después de pagar los costos de producción y venta de bienes y servicios

- **Definición operacional de la variable calidad:** NCC: Costo de no calidad.

Todas las variables se definen para un período de tiempo de un año comercial de la unidad de negocios de transformadores, el cual inicia el primero de octubre y termina el 30 de septiembre del año siguiente.

6.1.3 Población y Muestra

Población:

En el área de administración de proyectos de la fábrica de transformadores, se cuenta con:

- 5 profesionales especialistas en Project Management (PM)
- 1 líder de proceso, quien aparte de liderar y gestionar temas administrativos del equipo de trabajo, también tiene a cargo proyectos en curso, aunque en menor cantidad que los especialistas en Project Management.

En promedio cada PM administra al mismo tiempo de 6 a 15 proyectos dependiendo de su complejidad: 6 proyectos complejos, 15 no complejos o un mix entre complejos y no complejos.

Muestra:

Dado que se cuenta con una población pequeña, se decide trabajar con todo el equipo de trabajo de PM-PQM de la fábrica, para la aplicación de la metodología particular o de segundo nivel.

6.2. Metodología particular o de segundo nivel

6.2.1 Selección de métodos o instrumentos para recolección de información

6.2.1.1 Conceptualización de los modelos, referentes y técnicas particulares para las intervenciones organizacionales.

Para la intervención a la gerencia de proyectos de la fábrica de transformadores de Siemens Colombia, se usará el método Delphi debido a su utilidad en situaciones de incertidumbre o con carencia de información objetiva, por lo cual se emplea el juicio experto, aumentando la fiabilidad y superando los sesgos e imitaciones de un solo individuo (Reguant y Torrado, 2016). El uso de la técnica permite congrega un conocimiento aumentado por el concurso de los distintos especialistas (Varela-Ruiz et al., 2012).

Cabero e Infante (2014) identifican los posibles usos de esta metodología, dentro de las cuales se encuentran las siguientes causas:

- La información es insuficiente o inexistente
- El problema se presta para la exploración mediante juicios subjetivos sobre bases colectivas.
- Se requiere la participación de una cantidad mayor de expertos de los que pueden o es aconsejable que interactúen en un intercambio presencial.
- Los encuentros presenciales periódicos del grupo resultan muy costosos en tiempo o dinero.
- Se requiere un perfil de grupo heterogéneo y se intuye que esta diferencia puede ocasionar liderazgos dentro del grupo, que produzcan sesgos.
- Esta técnica resulta idónea, cuando se requiere el anonimato de los participantes que están dispersos geográficamente.

Ruiz Olabuénaga (2003) clasifica los puntos de acuerdo en cinco bloques o categorías dentro de un mismo problema, en función de su importancia (mucha o poca) y de su consenso (mayoritario o escaso) (Fig. 10).



Figura 10 Tipología de problemas.

Fuente: Ruiz Olabuénaga (2003, p. 117)

Para el diseño del cuestionario Reguant y Torrado (2016) proponen utilizar preguntas abiertas y/o cerradas, pero en la medida que avanza el proceso aumentar las preguntas cerradas escalares y de ordenamiento que exhiban el nivel de acuerdo/desacuerdo de los expertos, y permitan disminuir la dispersión de las opiniones (Tabla 3).

Tabla 3. Ejemplo de preguntas y devoluciones.

Ejemplo de pregunta	Tipo de análisis	Ejemplos de presentación de la información	Posibles solicitudes al experto
Mencione los elementos a tener en cuenta	Análisis de contenido buscando los elementos aportados por cada experto, similitudes, frecuencias. Posibles dimensiones.	Presentar estos hallazgos en formato de lista: frecuencias, porcentajes de aparición.	Acuerdo/desacuerdo con cada elemento. Posibilidad de eliminar o incluir algún otro elemento. Orden de utilidad, importancia, etc. Elección de los 3 más relevantes.
De los siguientes aspectos señale su relevancia para... (expresada como escala, porcentaje).	Media, moda, mediana, desviación, rango intercuartílico	Medianas/ medias del grupo	Acuerdo/desacuerdo con cada medida. Argumentación del desacuerdo y propuesta de nuevo valor. Priorización.

Fuente: Reguant y Torrado, 2016.

Por otra parte, Reguant y Torrado (2016) destacan la importancia que el cuestionario posea cualidades técnicas mínimas de validez y fiabilidad. Por lo cual al mismo se le debe realizar un análisis técnico correlacional usando el coeficiente de alfa de Cronbach. El cual se orienta a calcular la confiabilidad de un instrumento cuyos ítems conforman un único instrumento

(cuestionario). Mientras más homogéneos sean los ítems, mayor será el valor de la consistencia interna para un número dado de ítems (Magnusson, 1978).

De esta manera, si un instrumento tiene implícitamente subinstrumentos o subpruebas individuales, la recomendación es disponer de medidas de confiabilidad para cada subprueba (Brown, 1980). Carmines y Zeller (1979) consideran, que, como regla general, las confiabilidades no deben ser inferiores a 0.80.

6.2.1.2 Caracterización de los componentes y elementos funcionales de los modelos utilizados para realizar la intervención organizacional y diseño de los modelos aplicados.

Para este caso el método Delphi se emplea con el fin de llegar a un consenso en las etapas que causan desviaciones a los KPI financieros, de calidad y tiempo del proceso de gestión de proyectos en Siemens Colombia.

Para la definición del panel de expertos se identifica el Value Stream Mapping de la compañía, asegurando que estos tengan pleno conocimiento del mismo. Por ello se seleccionan como expertos a los Project managers de la compañía, cumpliendo con el requerimiento mínimo de 6 expertos propuesto por Gordon (1994). Posterior a la aplicación del cuestionario se evalúa la fiabilidad del instrumento por medio del coeficiente de alfa de Cronbach y se identifican fuentes de consenso y discrepancia, buscando ahondar en las mismas a través de la aplicación de una segunda prueba.

De esta forma la compañía puede conocer no solo las etapas de la gestión de proyectos, que intervienen en las desviaciones de los KPI, si no conocer las actividades específicas que los afectan mayoritariamente, según su tipología (financiera, calidad y/o tiempo).

6.2.1.3 Selección de instrumentos para la recolección de información o validación de los modelos de intervención o aplicación.

Basados en las variables que se quieren evaluar, se busca obtener la información de tres maneras:

1. La primera fuente de información es propia de los proyectos y suministrada por la empresa, en donde se pueden evaluar los indicadores más relevantes en cuanto a tiempo, costo y calidad del Balance Score Card de la fábrica. Se busca en la empresa los resultados de los indicadores para el último año comercial 18/19. Ver Anexo 1.
2. La segunda fuente de información consiste en el Value Stream Mapping del proceso de PM y PQM de la fábrica. Este VSM se tenía solo de manera parcial, por lo que el equipo de trabajo de la investigación, levantó la información del VSM actual con la finalidad de tenerlo como ayuda en el análisis de información. Ver Anexo 2.
3. La tercera fuente de información, consiste en realizar una encuesta a los PM-PQM de la empresa ya que para el proceso de la mejora continua es de importancia saber las incidencias en los procesos y como los PM y PQM las clasifican, esto último en conjunto con los datos propios de los resultados de costo, tiempo y calidad y los indicadores propios que se derivan de estas restricciones. En el Anexo 3 se encuentra el formato de encuesta que se diseñó para la investigación en curso, las encuestas que fueron diligenciadas por los PM de la empresa y el cuadro resumen de los resultados.

Las preguntas realizadas en la encuesta toman como base los indicadores de la primera fuente y el mapa de valor del proceso de PM y PQM, el cual como se explicó anteriormente, se levantó para esta fase de la investigación como metodología de apoyo.

Lo que se pretende encontrar mediante el análisis de la información, es lograr contrastar y correlacionar los resultados obtenidos mediante los indicadores suministrados por la empresa con la información aportada por los Project Managers, para así identificar procesos claves que conduzcan a una mejora en su manejo de los proyectos propuestos.

6.3 Medición de Variables

6.3.1 Realizar la medición de las variables: recolectar los datos del estudio a través de la aplicación de los instrumentos diseñados o elegidos, a la muestra seleccionada.

De acuerdo con lo definido en puntos anteriores se aplicaron los instrumentos diseñados, los cuales se pueden observar en los anexos 1, 2, 3 y 4.

7. Análisis de resultados

Para el desarrollo de la investigación, se emplearon diferentes herramientas y metodologías: la metodología Delphi, la aplicación de cuestionarios, la definición del Mapa de Valor (Value Stream Mapping) del área en estudio, buscando la optimización del actual VSM, a través de la identificación de mudas de procesos (metodología Lean Manufacturing). Para ello, se consultó un panel de expertos compuesto por 5 gerentes de proyectos de la fábrica, los cuales a través de dos rondas de encuestas aportaron respuestas clave para la identificación de mudas de proceso, actividades críticas y factores clave de éxito.

En la primera ronda de encuestas aplicadas, se consultó sobre la incidencia de las distintas etapas del proceso de gestión de proyectos, en los diferentes indicadores por cada una de las variables (costo, tiempo y calidad). Para ello se planteó la siguiente hipótesis:

Los indicadores de gestión de los procesos son afectados directamente por la gestión en etapas clave según el elemento que atiende el indicador (costo, tiempo o calidad).

Los resultados fueron evaluados aplicando alfa de Cronbach para confiabilidad de los instrumentos y Chi Cuadrado para comprobar la hipótesis. Para todos los instrumentos se obtuvo una alta confiabilidad (>0.80) y se destacaron las etapas que obtuvieron un mayor consenso a través de la comprobación de la hipótesis planteada (>0.90).

Tabla 4. Resultados: Prueba Chi cuadrado en primera ronda de encuestas.

FASES DE LA GESTIÓN DE PROYECTOS	CALIDAD (AFTER DELIVERY)	CALIDAD	TIEMPO	COSTO
PM80	0,41	0,41	0,41	0,56
PM100	1,00	0,56	0,74	1,00
PM130	0,56	0,56	0,56	0,74
PM180	0,74	0,56	0,91	0,91
PM200	0,56	0,41	0,56	0,41
PM230	0,41	0,91	0,91	0,41
PM250	0,41	0,91	0,74	0,41
PM280	0,56	0,91	0,74	0,56
PM290	0,74	0,74	0,56	0,41
PM300	0,56	0,74	0,91	0,41
PM400	0,41	0,56	0,56	0,56
PM650	0,29	0,41	0,29	0,41
PM670	0,29	0,41	0,29	0,29
ALFA DE CRONBACH	0,99	0,99	1,00	0,99

Fuente: Autores.

Para la segunda ronda de encuestas, se tomaron los consensos hallados en la primera y se profundizó en la criticidad de las actividades de las etapas seleccionadas, según la variable que atiende cada indicador (costo, tiempo o calidad). Planteando la siguiente hipótesis a comprobar con la prueba de Chi Cuadrado:

El resultado de los indicadores de costo, tiempo o calidad está influenciado por la gestión de las actividades de etapas críticas.

Como resultado a la aplicación de la segunda ronda de encuestas, se verificó la confiabilidad de los instrumentos empleados, obteniendo una confiabilidad superior al 0.60, lo cual destaca un resultado satisfactorio en cuanto a confiabilidad. Por otra parte, se evaluó la hipótesis para cada actividad, obteniendo 3 percentiles, de acuerdo a la escala de criticidad empleada: Baja criticidad o muda de proceso ($0 < x > 0.33$), Criticidad media ($0.33 < x > 0.66$) y Alta criticidad ($x > 0.66$). Los resultados de la aplicación de la prueba Chi Cuadrado, se observan en el Anexo 7.

Finalmente, se relacionaron las actividades clasificadas como mudas, con aquellas altamente críticas, con el fin de obtener las mudas globales del proceso, evitando que las mudas de un elemento sean, simultáneamente, actividades críticas para otro elemento estudiado (Tabla 5).

Tabla 5. Mudras del proceso de Gestión de Proyectos.

ACTIVIDADES PM100	ACTIVIDADES PM230	ACTIVIDADES PM250	ACTIVIDADES PM280	ACTIVIDADES PM300
Revisión y elaboración lista de entregables	Coordinación visitas de Clientes (reuniones e inspecciones): Reuniones, permisos de ingreso, preparación interna de inspecciones	Coordinación pruebas con cliente y reprogramaciones según modificación programación de fábrica	Gestión y coordinación de entrevista a cliente y registro fotográfico con cliente. (PMen etapa temprana envía información del cliente a marketing)	Elaboración manuales tipo folleto: *Impresión planos As Built *Armar paquetes *Entregar a producción *Seguimiento a la entrega de la información
Envío cronograma al cliente		Elaboración workflow de Transporte	Revisión programación viaje del cliente	
Envío Orden de Fabricación al cliente				

Fuente: Autores.

Como resultado del análisis se encuentra que:

Las actividades críticas para lograr los objetivos del indicador “Calidad After Delivery”, están enmarcadas dentro de las etapas PM230, PM250 y PM280 del PM@Siemens, con las siguientes “mudas”:

- Revisión de programación actualizada: priorización de pedidos entre PMs para feedback a planeación
- Coordinación visitas de Clientes (reuniones e inspecciones): Reuniones, permisos de ingreso, preparación interna de inspecciones
- Coordinación pruebas con cliente y reprogramaciones según modificación programación de fábrica
- Elaboración workflow de Transporte: El panel de expertos con el cual se elaboró el VSD (Ver Anexo 2) propone para esta muda: Solicitar a R&D (área de investigación y desarrollo de la fábrica) automatizar la generación del workflow de transporte, haciendo que desde la herramienta que maneja la fábrica denominada “CIS+” se traiga información de la orden de fabricación.
- Gestión y coordinación de entrevista a cliente y registro fotográfico con cliente: El panel de expertos con el cual se elaboró el VSD (Ver anexo 2.) propone para esta muda que PM en etapa temprana envíe la información del cliente al área de marketing y sean ellos quienes coordinen y gestionen esta actividad durante las visitas del cliente; en la mayoría de los casos esta actividad es realizada durante la visita del cliente para pruebas FAT.
- Revisión programación viaje del cliente

Las actividades críticas para lograr los objetivos del indicador “Calidad”, están enmarcadas dentro de la etapa PM100 del PM@Siemens, con las siguientes “mudas”:

- Envío Orden de Fabricación al cliente: El panel de expertos con el cual se elaboró el VSD (Ver Anexo 2) considera que esta actividad genera valor solo si no se tienen pliegos técnicos

Las actividades críticas para lograr los objetivos del indicador “Costo”, están enmarcadas dentro de las etapas PM100 y PM180 del PM@Siemens, con las siguientes “mudas”:

- Revisión y elaboración lista de entregables
- Envío cronograma al cliente

Las actividades críticas para lograr los objetivos del indicador “Tiempo”, están enmarcadas dentro de las etapas PM180, PM230 y PM300 del PM@Siemens, con las siguientes “mudas”:

- Elaboración de manuales tipo folleto:
 - *Impresión planos As Built
 - *Armar paquetes
 - *Entregar a producción
 - *Seguimiento a la entrega de la información

El panel de expertos con el cual se elaboró el VSD (Ver anexo 2.) propone retirar esta muda, contribuyendo con la reducción costos para la fábrica. La propuesta es enviar solo información de forma digital al cliente: Planos As Built, Protocolos de pruebas, aceites y accesorios y Manual tipo folleto en PDF. No se volverán a enviar manuales en físico (en papel) con el despacho, como se viene haciendo a la fecha.

7.1. Metodología propuesta

Como resultado del análisis realizado, los autores proponen la siguiente metodología para el mejoramiento continuo en el proceso de gestión de proyectos de la fábrica:

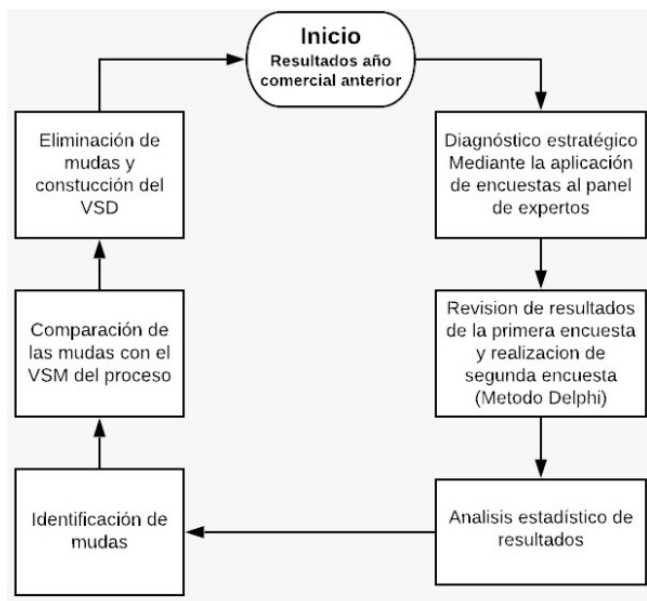


Figura 11 Diagrama de metodología propuesta

Fuente: Producción propia

La metodología propuesta por los autores es la que se siguió durante el desarrollo de la investigación. Se aclara que esta metodología se fue aplicando durante la realización del estudio, por lo cual el piloto se fue realizando de manera paralela. Queda como pendiente la retroalimentación de los expertos, con el fin de ajustar la metodología posteriormente.

Pasos de la metodología propuesta:

1. Obtención y análisis de los resultados de los KPI del año anterior.
2. Primera encuesta al panel de expertos: Similar al piloto realizado, esta encuesta busca identificar las etapas críticas que más influyeron en la obtención de los objetivos planteados en el Balance Score Card.
3. Revisión de resultados de la primera encuesta y aplicación de una segunda encuesta: en esta segunda ronda de aplicación del método Delphi, lo que se busca es identificar las actividades críticas y también las mudas, en las etapas identificadas en la encuesta número 1.
4. Análisis estadístico de resultados de las encuestas
5. Identificación de mudas

6. Comparación de las mudas identificadas en el paso anterior, con el VSM del proceso
7. Eliminación de mudas y construcción del VSD

Se propone que esta metodología sea aplicada al comienzo de cada año comercial.

8. Discusión

Los resultados en general muestran las actividades que son mudas del proceso.

Las mudas del proceso, descritas en la tabla 5 coinciden con el análisis realizado por el panel de expertos en la elaboración de los VSM y VSD (Anexo 2), sin embargo, una de las actividades llama la atención a los autores: Envío de cronograma al cliente, dado que dentro de los lineamientos del PMI la socialización del cronograma del proyecto con el cliente es vital para la integración.

Con base en las sesiones con el panel de expertos, se aclaró que esta actividad de envío de cronograma al cliente es una muda, en la medida que las repetidas reprogramaciones en las líneas de producción ocasionan que se deba enviar más de un cronograma al cliente y en cualquier fase del proyecto.

Los resultados obtenidos, además de identificar las mudas del proceso, evidencian actividades críticas para el resultado de los indicadores de las variables costo tiempo y calidad, las cuales, serán de utilidad para la investigación de las desviaciones en los mismos, apoyando la mejora continua del proceso.

De acuerdo con la primera encuesta realizada al panel de expertos, además de las variables calidad, costo y tiempo, se hace necesario enfocar los esfuerzos en la Integración y el Alcance. Como complemento a este estudio los autores sugieren el análisis posterior de estas dos variables adicionales.

9. Conclusiones

1. Se comprobó que los factores críticos de éxito de la gestión de proyectos en la fábrica coinciden con los declarados en el PMBOK (áreas del conocimiento), sin embargo, se destaca una mayor criticidad para costo, tiempo, calidad, alcance e integración, ampliando la teoría del triángulo de hierro.

2. La gestión exitosa de proyectos en la fábrica de transformadores se basa en realizar las actividades y tareas propias del “core” de la administración de proyectos tal como se sugiere por el PMI en los lineamientos del PMBOK y eliminando las mudas del proceso.
3. Se demuestra que la gerencia de proyectos en la fábrica si contribuye al logro de los objetivos y metas estratégicas del negocio para las variables del triángulo de hierro: calidad, costo, tiempo. Sin embargo, los recursos deben estar dirigidos hacia el logro de los indicadores planteados.
4. Se sugiere la metodología propuesta para la identificación de mudas y la mejora continua del proceso de gestión de proyectos. Se sugiere la aplicación de la metodología propuesta anualmente.
5. El modelo utilizado en este estudio se implementó de manera paralela en la fábrica, logrando realizar el piloto propuesto. Quedó como punto pendiente la retroalimentación de los expertos, la cual no se alcanzó a obtener.

10. Referencias

Siemens AG. (2016). PM@Siemens Guide.

Siemens AG. (2008). PM@Transformers. Project management guideline for Power Transformer projects within Energy T TR.

Siemens History. Recuperado de:

<https://new.siemens.com/global/en/company/about/history.html>

En Colombia para Colombia. Recuperado de:

<https://new.siemens.com/co/es/compania/sostenibilidad/encolombiaparacolombia.html>

Luu, V. T., Kim, S.-Y., & Huynh, T.-A. (2008). Improving project management performance of arge contractors using benchmarking approach. *International Journal of Project Management*, 26(7), 758-769.

Agarwal, N., & Rathod, U. (2006). Defining ‘success’ for software projects: an exploratory revelation. *International Journal of Project Management*, 24(4), 358-370.

H. Diez, M. Amaya, F. Gimena, M. Montes (2012). *Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos*. Perspectiva el manager público.

D. Montero. S.f. *Diseño de indicadores para la gestión de proyectos*. Universidad de Valladolid. Recuperado de: <https://bit.ly/2WzOKPY>

C. Montoya. (2011). *El Balanced Scorecard como herramienta de evaluación en la gestión administrativa*. *Visión de futuro* 15(2).

Tahir Masood Qureshi, , Aamir Shahzad Warraich a, Syed Tahir Hijazi. (2009). *Significance of project management performance assessment (PMPA) model*. *International Journal of Project Management* 27 (4) 378-388.

Shamas-ur-Rehman Toor & Stephen O. Ogunlana. (2010). *Beyond the ‘iron triangle’: Stakeholder perception of key performance indicators (KPIs) for large-scale public sector development projects*. *International Journal of Project Management* 28. 228–236

Essam Salem Almahmoud, Hemanta Kumar Doloi & Kriengsak Panuwatwanich. (2012). *Linking project health to project performance indicators: Multiple case studies of construction projects in Saudi Arabia*. International Journal of Project Management 30. 296-307

Michael Geppa, Andreas Hellmutha, Thomas Schäfflerb & Jan Vollmar. (2014). *Success Factors of Plant Engineering Projects*. Procedia Engineering 69. 361 – 369

Avella, C. (2019). *Importancia de los KPI en la Logística y su impacto en el*. Cali: Universidad Santiago de Cali.

Diaz, M. (2013). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE BALANCED SCORECARD EN EL*. Bogotá: Grupo Exito.

Eraso, J. (2013). *Aplicacion para la gestion de proyectos ágiles con Scrum*. Logroño, España: Universidad de la Rioja.

Motoa, G. (2015). *Medición del éxito en los proyectos, una revisión de la literatura*. Cali: Universidad Santiago de Cali.

PMI, (2013). *A guide to the Project management body of knowledge (PMBOK Guide)*. 5th ed. P. M. Institute, ed., Project Management Institute.

H. Rivera. (2011). *La organización: los stakeholders*. Bogotá: Universidad del Rosario.

T. J. Gordon. (1994). *The Delphi Method*. Recuperado:
[http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/delphi %281%29.pdf](http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/delphi%281%29.pdf)

E. Carmines., y R. Zeller. (1979). *Reliability and Validity Assessment*. SAGE Publications. USA

F. Brown. (1980). *Principios de la Medición en Psicología y Educación*. Editorial El Manual Moderno. México.

D. Magnusson. (1978). *Teoría de los Test*. Editorial Trillas. México

M. Reguant y M. Torrado. (2016). *El método Delphi*. REIRE, 9(1), 87-102.

J. I. Ruiz Olabuénaga. (2003). *Técnicas de triangulación y control de calidad en la investigación socioeducativa*. Bilbao: Mensajero.

M. Varela., L. Díaz., y R. García. (2012). *Descripción y usos del método Delphi en investigaciones del área de la salud*. Revista Investigación en Educación Médica, 1(2), 90-95.

J. Cabero., y A. Infante. (2014). *Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en Comunicación y Educación*. EDUTEC Revista Electrónica de Investigación Educativa, 48, 1-16.

Alonso, M. (2012). Manual de consultoría administrativa. México. Disponible en base de datos “e-libros” en: <https://n9.cl/h58t>

Argüelles, D. (2013). Guía para la presentación de trabajos científicos bajo el estándar APA en la Universidad EAN. Bogotá: Universidad EAN. Recurso disponible en: <https://n9.cl/t7frf>

Guízar, R. (2013). Desarrollo organizacional. Principios y aplicaciones. México: McGraw-Hill, cuarta edición. Disponible en base de datos “Libros electrónicos Ebooks 7-24” en: <https://n9.cl/x15e>

Hernández Sampieri, R. y Mendoza Tórres C.P. (2018). Metodología de la Investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Bogotá, McGraw Hill, Primera Edición. Disponible en base de datos “Libros electrónicos Ebooks 7- 24” en: <https://n9.cl/ts2x>

Jablonski, A. (2017). Business models. Strategies, impacts and challenges. New York: nova Publisher. Disponible en base de datos “EBSCO” en: <https://n9.cl/pdzi>

Bernal, C. (2016). Metodología de la investigación. México: Pearson, cuarta edición. Disponible en base de datos “Libros electrónicos Ebooks 7-24”

Borrego, M. (2009). Dossier de metodología de la investigación. Argentina: El Cid/ Apuntes. Disponible en base de datos e-Libro.

Gómez, M. (2009). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. Buenos Aires, Argentina: Editorial Brujas. Disponible en base de datos eLibro.

Kothari, C. R. (2004). *Research methodology*. New Delhi: New Age International. Chapters: 1, 2 and 3. Disponible en base de datos ProQuest E-book Central.

Mackey, A. y Gass, S. (2016). *Second language research*. New York: Routledge. Disponible en <https://goo.gl/8z6hgy>

11. ANEXOS

Anexo 1: Indicadores de costo, tiempo, calidad del año comercial 18/19 de la fábrica de transformadores.

Anexo 2: Value Stream Mapping y Value Stream Desired del proceso PM-PQM de la fábrica de transformadores.

Anexo 3: Encuestas fase 1 de la metodología Delphi: Diseño y resultados.

Anexo 4: Encuestas fase 2 de la metodología Delphi: Diseño y resultados.

Anexo 5: Glosario informe final.

Anexo 6. Clasificación de lista de referencias

Anexo 7. Análisis estadístico de resultados