

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACIÓN INTERNACIONAL
(UCI)

PLANIFICACIÓN DE LOS PROCESOS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL PARA
EL PROYECTO: *DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE PRUEBAS
DE VERIFICACIÓN PARA LA TARJETA MS-546 DE TERADYNE DE CR*

JOSÉ DAVID VENEGAS MORA

PROYECTO FINAL DE GRADUACIÓN PRESENTADO COMO REQUISITO
PARCIAL PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE MASTER EN ADMINISTRACIÓN
DE PROYECTOS

San José, Costa Rica

Noviembre, 2011

UNIVERSIDAD PARA LA COOPERACION INTERNACIONAL
(UCI)

Este Proyecto Final de Graduación fue aprobado por la Universidad como
Requisito parcial para optar al grado de Máster en Administración de Proyectos

Ing. Marvin Coto Hernández, MAP
PROFESOR TUTOR

Ing. Juan Carlos Navarro, MAP
LECTOR No.1

Ing. Carlos Murillo Blanco, MBA.
LECTOR No.2

Ing. José David Venegas Mora
SUSTENTANTE

DEDICATORIA

A mis padres por inculcarme el valor del estudio y apoyarme en todos los momentos de mi vida, los amo.

A San y mi hijo Isaac por soportar los días que tuve que dejarlos a un lado para dedicar tiempo al estudio y brindarme su ayuda incondicional, los amo.

A Dios, por todo.

AGRADECIMIENTOS

A Teradyne de Costa Rica por brindarme la oportunidad de desarrollarme profesionalmente.

A don Marvin, por guiarme y brindarme los mejores consejos que pude recibir. A los profesores lectores, Juan Carlos Navarro y Carlos Murillo gracias por el tiempo y dedicación.

INDICE

HOJA DE APROBACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
INDICE	v
INDICE ILUSTRACIONES	vii
INDICE CUADROS	viii
ABREVIACIONES	ix
RESUMEN EJECUTIVO	x
1 INTRODUCCION	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problemática	3
1.3 Justificación del problema	4
1.4 Supuestos	5
1.5 Restricciones	5
1.7 Objetivos específicos	6
2 MARCO TEORICO	7
2.1 Marco referencial	7
2.2 Antecedentes de la Institución	7
2.3 Misión y visión	8
2.4 Estructura organizativa	9
2.5 Productos que ofrece	10
2.6 Teoría de Administración de Proyectos	10
2.7 Proyecto	11
2.8 Administración de Proyectos	13
2.9 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos	15
2.10 Ciclo de vida de un proyecto	19
2.11 Procesos en la Administración de Proyectos	20
3 MARCO METODOLOGICO	24
3.1 Fuentes de información	24
3.2 Técnicas de Investigación	29
3.3 Método de Investigación	30
3.4 Técnicas y herramientas	30
4 DESARROLLO	32
4.1 Áreas del conocimiento asociadas al proceso de control y seguimiento desarrollados en Teradyne de Costa Rica contra la metodología propuesta	32
4.1.1 Administración de la integración	33
4.1.1.1 Monitorear y controlar el trabajo	33
4.1.1.2 Control integrado de cambios	44
4.1.2 Administración del Alcance	49
4.1.2.1 Verificación del alcance	49
4.1.2.2 Controlar el alcance	55
4.1.3 Administración del tiempo	59
4.1.3.1 Control del cronograma	59
4.1.4 Administración de costos	63
4.1.4.1 Control de costos	63

4.1.5	Administración de la calidad.....	68
4.1.5.1	Control de calidad.....	68
4.1.6	Administración de las comunicaciones	75
4.1.6.1	Informar el desempeño	75
4.1.7	Administración de los riesgos.....	79
4.1.7.1	Seguimiento y control de riesgos.....	79
4.1.8	Administración de las adquisiciones	86
4.1.8.1	Administración del procuramiento	86
4.2	Herramientas propuestas para el caso seleccionado	91
4.2.1	Herramienta 1: Valor Ganado	91
4.2.2	Herramienta 2: Comparación porcentaje de avance real y programado 99	
4.2.3	Herramienta 3: Cálculo del avance del cronograma, seguimiento por ruta crítica.....	101
4.3	Lecciones aprendidas en el caso seleccionado	104
	La idea fundamental del desarrollo de este objetivo es el análisis del capítulo de lecciones aprendidas en el proyecto desarrollado por loes estudiantes. Para el documento de lecciones aprendidas se propone la siguiente plantilla.	104
4.4	Análisis de resultados.....	106
5	CONCLUSIONES	110
6	RECOMENDACIONES.....	112
7	BIBLIOGRAFIA	113
8	ANEXOS	115
	Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO	115
	Anexo 2: EDT.....	119
	Anexo 3: CRONOGRAMA.....	120

ÍNDICE ILUSTRACIONES

Figura 1. Organigrama de Teradyne de Costa Rica (Teradyne de CR, 2011).	9
Figura 2. Factores para el éxito en un proyecto (Dynamic Graphics Inc, 1994). ...	15
Figura 3. Efecto de los costos y cantidad de recursos a través del ciclo de vida del proyecto (PMI, 2008, pág. 18.).	20
Figura 4. Concepto de desarrollo de un proceso.	34
Figura 5. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de la integración.	48
Figura 6. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración del alcance.	59
Figura 7. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración del tiempo.	63
Figura 8. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de costos.	68
Figura 9. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de calidad.	74
Figura 10. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de las comunicaciones...	78
Figura 11. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de los riesgos	86
Figura 12. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de las adquisiciones.	90
Figura 13. Gráfica de valor valor ganado (VG), valor planeado (VP) y costo real (CR).	92
Figura 14. Gráfica de valor ganado (VG), valor planeado (VP) y costo real (CR) al utilizar la plantilla de gestión del valor ganado.....	97
Figura 15. Gráfica del porcentaje de avance programado contra el planeado.	101

ÍNDICE CUADROS

Cuadro 1. Matriz de grupos de procesos vs áreas del conocimiento (Brenes, 2011).....	32
Cuadro 2. Propuesta del ciclo de vida y de los procesos a desarrollar en el proyecto.	35
Cuadro 3. Propuesta de las herramientas a utilizar en los diferentes procesos.....	37
Cuadro 4. Modo de ejecución del trabajo den el proyecto.	39
Cuadro 5. Integridad de las líneas base.....	40
Cuadro 6. Plantilla solicitud de cambio.....	47
Cuadro 7. Plantilla registro de cambios.....	47
Cuadro 8. Criterios de aceptación para los entregables.....	50
Cuadro 9. Matriz de rastreabilidad de requisitos propuesta.	52
Cuadro 10. Plantilla de análisis de variación del alcance.....	56
Cuadro 11. Plantilla para el control de costos.....	65
Cuadro 12. Métricas de calidad propuestas para el proyecto.	69
Cuadro 13. Comunicaciones en el proyecto.	76
Cuadro 14. Plantilla para el registro de riesgos.	79
Cuadro 15. Criterios para rango de la probabilidad.	80
Cuadro 16. Criterios para rango del impacto.	80
Cuadro 17. Matriz PXI para la propuesta final.	81
Cuadro 18. Plantilla de planificación de respuesta a los riesgos.	83
Cuadro 19. Plantilla para gestionar el valor ganado.	95
Cuadro 20. Ejemplo de la plantilla para gestionar el valor ganado para el tercer informe.	96
Cuadro 21. Cálculo de varianzas, índices de desempeño y proyecciones de la plantilla de valor ganado.	98
Cuadro 22. Plantilla final para la gestión del valor ganado.	99
Cuadro 23. Plantilla para la medición del porcentaje de avance real vs programado.	100
Cuadro 24. Plantilla para la medición del porcentaje de avance real vs programado.	103
Cuadro 25. Plantilla para el capítulo de lecciones aprendidas.....	104
Cuadro 26. Lecciones aprendidas del proyecto desarrollado por estudiantes practicantes.	105

ABREVIACIONES

- ATB1:** Assembly Test Boston 1.
- ATB2:** Assembly Test Boston 2.
- ATCR:** Assembly Test Costa Rica.
- CR:** costo real.
- CV:** varianza del costo.
- EAC:** estimado al completamiento.
- EDT:** estructura de desglose de trabajo
- ESD:** descarga electrostática.
- GENRAD:** General Radio.
- IDC:** índice de desempeño de costos.
- IDS:** índice de desempeño del cronograma.
- IPC:** Institute for Printed Circuits.
- ITCR:** Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- NPI:** inclusión de producto nuevo.
- PCB:** printed circuit board.
- PFG:** proyecto final de graduación.
- PMBOK:** project management body of knowledge.
- PMI:** Project Management Institute.
- SMD:** surface mount device.
- SV:** varianza del cronograma.
- TEC:** tiempo estimado al completamiento.
- VG:** valor ganado.
- VP:** valor planeado.

RESUMEN EJECUTIVO

Teradyne Inc nace en los años 60 y es líder mundial en la fabricación de equipo automático de pruebas para dispositivos electrónicos, debido a la alta cantidad de base instalada en el mundo cuenta con dos centros de reparación de sus sistemas, uno ubicado en Costa Rica y el otro en Filipinas. Teradyne de Costa Rica cuenta con 10 años de experiencia y a lo largo de este tiempo ha incrementado su capacidad operativa y se ha expandido no solo a la reparación, actualmente cuenta con departamentos de soporte de software y de desarrollo de producto nuevo.

Debido a la alta población de profesiones en la rama de la electrónica dentro de Teradyne, la compañía apostó por un convenio con la universidad estatal Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Este convenio ofrece espacio a los estudiantes para que desarrollen su proyecto final de graduación, ambientándolos a la compañía y logrando obtener disponibilidad de recursos. Además, la compañía puede disponer de los estudiantes en el momento que surjan plazas nuevas, reduciendo los tiempos de adaptación y de entrenamiento.

A pesar de que el convenio se ha convertido en todo un éxito desde el punto de vista de recursos disponibles y de fácil adaptación, los proyectos de graduación no han tomado el protagonismo deseado. Esto ha generado una mala reputación en torno a los proyectos dentro del centro de reparación, y abonado a la poca madurez en la administración de proyectos que posee la compañía y a la guía inadecuada, el producto obtenido no cumple con las expectativas de los clientes.

Liderar a los estudiantes en sus proyectos y encaminarlos de forma correcta en la administración exitosa de proyectos se convierte en una necesidad, además de retomar la confianza de todos los colaboradores del centro de reparación como clientes. Apegarse a las buenas prácticas pronunciadas por el PMBOK (PMI, 2008) establece la pauta y el orden que se debe implementar para la planeación, control y cierre de los proyectos. El PFG se basa en el proyecto de graduación de los estudiantes Gustavo Goñi y Mario Ulate, *Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne*.

El objetivo general del proyecto final de graduación es realizar una propuesta del proceso de seguimiento y control para el proyecto: Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica, con el fin de regular el producto final entregado en los proyectos desarrollados por estudiantes practicantes.

Uno de los objetivos específicos es analizar las áreas de conocimiento involucradas en el proceso de seguimiento y control con el fin de establecer una referencia para la propuesta final.

El segundo objetivo específico es analizar el capítulo de lecciones aprendidas en el proyecto en cuestión con el fin de identificar problemas a tomar en cuenta en la propuesta a desarrollar.

El tercer objetivo específico es analizar al menos cuatro herramientas del proceso de seguimiento y control, y de las áreas de conocimiento involucradas con el fin de establecer alternativas en la propuesta a desarrollar.

La metodología se basa en el análisis de los documentos desarrollados previamente para el proyecto *Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne*, así como un análisis de las lecciones aprendidas, luego se centra el proyecto en el proceso de seguimiento y control con el fin de establecer una propuesta final para el proyecto con sus respectivas herramientas.

Se efectuó un análisis a un caso desarrollado en Teradyne de Costa Rica con la intención comparar los procesos que posee la compañía y lo que manda la efectiva gestión de proyectos. La propuesta final incluye la utilización de plantillas, así como el seguimiento de directrices con el fin de mejorar la gestión del control y seguimiento en los proyectos desarrollados en la empresa.

Una de las principales conclusiones es el uso de herramientas para efectuar un adecuado control y seguimiento del proyecto, en costos, tiempo, alcance y calidad. El valor ganado se convierte en una técnica elemental que permite brindar información del presente, pero que además permite estimaciones de tiempo y de dinero, información valiosa para los involucrados en el proyecto.

Además, el uso en conjunto de las herramientas control del cronograma mediante avance real y planeado, y el análisis de ruta crítica, permiten visualizar de una manera certera el avance en el cronograma, sin generar falsos adelantos, información favorable en los informes presentados a los patrocinadores.

Otra conclusión fue que a pesar de que el presente trabajo es una guía para la gestión de proyectos, se insta a los futuros administradores de proyectos que realicen sus propias mejoras e incorporación de nuevas propuestas para mantener el mejoramiento continuo en Teradyne.

Por último, se recomienda que todo el personal de Teradyne tenga acceso a esta información, además el interés de parte de la gerencia por mantener esta propuesta como una guía es fundamental para el desarrollo técnico en la empresa.

1 INTRODUCCION

1.1 Antecedentes

Teradyne Inc se encuentra posicionado en el mercado de la tecnología, específicamente en el desarrollo de sistemas para pruebas con más de 50 años de experiencia. Actualmente, Teradyne Inc es líder mundial en el mercado de prueba de semiconductores, aunque cuenta con capacidad de determinar el rendimiento de otros componentes electrónicos, como por ejemplo: memorias, discos duros, entre otros. Teradyne de Costa Rica nace en el año 2000 como necesidad de expansión de la compañía, buscando recursos accesibles y capacitados, donde la reparación de tarjetas electrónicas se convierte en el negocio central para la planta (Teradyne Inc).

La operación en Costa Rica se encuentra distribuida en 8 departamentos: centro de reparación, NPI (new product introduction), soporte de ingeniería, planeamiento (referido a manejo de inventarios), compras, soporte de componentes, diseño de circuitos impresos, verificación de software. El PFG se da en el centro de reparación, que a su vez se encuentra dividido en 5 subdepartamentos, ATB 1 (Assembly Test Boston 1), ATB 2 (Assembly Test Boston 2), GENRAD (General Radio), ATCR (Assembly Test Costa Rica), Eagle.

La distribución de estos 5 departamentos está basada en el tipo de producto (tarjetas electrónicas) que corresponde reparar, así el área de ATB 1 se encarga de reparar el producto más antiguo de la compañía, ATB 2 a su vez se encarga del producto nuevo en semiconductores, mientras que los otros tres departamentos se encargan de analizar productos específicos.

Específicamente, el proyecto se desarrolla en el departamento de ATB 1, que como se mencionó se encarga del producto con mayor tiempo de uso en el

mercado, este producto cuenta con más de 40 años de trabajo en los clientes. Este departamento cuenta con 3 técnicos en electrónica, 1 ingeniero de área y 1 supervisor que posee más áreas a cargo.

Aunque las tarjetas del área ATB 1 son estables (a pesar del tiempo de uso), los sistemas sobre los cuales se prueban las tarjetas son inestables debido al alto uso, por lo que día a día en la compañía es un reto mantener el soporte para dichas tarjetas. Es aquí donde se abre una oportunidad para el desarrollo de proyectos en el departamento, con el fin de mantener el soporte por 10 años más.

Parte del compromiso social con el que cuenta Teradyne de Costa Rica es brindar a las nuevas generaciones oportunidades de trabajo, por lo que actualmente existe un programa con una de las universidades públicas de mayor renombre en el área de la tecnología en Costa Rica, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), en donde se brinda a los estudiantes de último año de ingeniería en electrónica oportunidad para el desarrollo del proyecto de graduación final; logrando que los estudiantes adquieran experiencia laboral y que la compañía cuente con mayores posibilidades de recurso humano accesible.

Como se mencionó, la intención es atacar con diversos proyectos el soporte al producto más antiguo de la compañía. El plan de reclutamiento de estudiantes inicio hace dos años, arrojando resultados positivos desde el punto de vista de recursos disponibles; ya que más del 90% de los estudiantes reclutados, ahora forman parte de la compañía en diferentes áreas. Sin embargo, el resultado de cada uno de los proyectos desarrollados no ha sido el mejor, debido a que la relación entre las restricciones varían a menudo, provocando retrasos en cronograma, excesos en el presupuesto y un producto defectuoso (PMI, 2008).

A lo largo de 10 años la Compañía no se ha orientado a la gestión de proyectos, por lo que forma parte de la responsabilidad de los malos resultados. En la actualidad existe un compromiso de la gerencia por destinar recursos a la gestión correcta de proyectos y a la capacitación del personal. Para este año la compañía cuenta 8 estudiantes practicante, 6 de ellos tienen alrededor de un año en su proyecto y se encuentran en la parte final (no han recibido una guía adecuada), los otros 2 estudiantes iniciaron este año su proyecto y es el proyecto sobre el cual se basa el PFG, por lo que estos dos estudiantes han recibido una guía buena, en comparación con los anteriores, sin embargo existen muchos temas y procesos por mejorar.

1.2 Problemática.

Sistemas en mal estado e inestables, obsolescencia de componentes, o simplemente el fin del ciclo de vida de un producto, son parte de los problemas a los que se enfrenta el área de ATB1. Se mencionó anteriormente que el soporte de parte de la compañía en este producto debe ser de al menos 10 años, por lo que los proyectos en área son toda una realidad, y es el momento de un cambio en su gestión.

Abonado a esto, se encuentra un tema de suma importancia como lo es, la confianza en el grupo de proyectos (estudiantes), hoy los proyectos desarrollados por los estudiantes no son vistos de buena manera por gran parte de los involucrados, debido a que el producto final no cumple con las expectativas, lo que refleja una deficiencia en el análisis de lo que realmente quieren los “clientes” (SAPAG & SAPAG, 2003).

Al analizar los proyectos anteriores desarrollados por estudiantes se determina que aunque existen grandes deficiencias en la gestión de proyectos, hay intención de realizar al menos una etapa de planeación con leves etapas de control, como

por ejemplo el uso de hitos (PMI, 2008) y reuniones para evidenciar el avance. Sin embargo por grande lapsos de tiempo en el cronograma los estudiantes no reciben la guía adecuada de un director de proyectos, por lo que deben tomar decisiones de peso para el futuro del proyecto, lo que evidentemente termina por empeorar la situación. Además el producto final en ocasiones no cumple con los objetivos del proyecto.

Estudiantes sin experiencia en la gestión de proyectos ni en el ámbito laboral, revisión de productos en momentos incorrectos, aceptación del producto final de manera incorrecta, se convierten en la oportunidad para el desarrollo del PFG, que se basa en el proceso de seguimiento y control de proyectos.

1.3 Justificación del problema

Debido a que los proyectos en el área de ATB1 deben mantenerse, es conveniente realizar una guía enfocada en proyectos de estudiantes practicantes en el área de la electrónica.

Los recursos disponibles para realizar la gestión de los proyectos son limitados, y por el momento recaen en una sola persona, sin embargo parte del crecimiento de la compañía es contar con personal capacitado para la dirección de proyectos, por lo que para los proyectos futuros debe existir una guía que facilite el control y el seguimiento.

Aunque no hay una madurez en la administración de proyectos dentro de la compañía, los proyectos anteriores muestran que en el proceso de seguimiento y control trae grandes beneficios para los proyectos. Evidentemente los procesos restantes deben mejorar, sin embargo estos se encuentran fuera del alcance de este PFG.

1.4 Supuestos

Para el desarrollo del Proyecto de Graduación en cuanto a la planificación de los procesos de control y seguimiento es indispensable contar con la aprobación del acceso a la información de parte de la empresa Teradyne de Costa Rica.

Se debe contar con el acceso a documentos elaborados y se deben seguir los procesos establecidos por la empresa para su utilización. La propuesta final establecida debe ser acatada como un punto de partido para los proyectos futuros de los estudiantes practicantes.

Se establecen como principales supuestos:

- Contar con la aprobación de parte de Teradyne de Costa Rica para acceder a la información y elaborar entrevistas al personal que hayan participado en proyectos y en procesos de planeación.
- Se cuenta con la aprobación para la entrevista del cliente interno.
- Teradyne de Costa Rica utilizará la propuesta en el proceso de seguimiento y control para los próximos proyectos de graduación desarrollados por estudiantes.

1.5 Restricciones

El caso utilizado para el Proyecto Final de Graduación se utiliza para comparar los procesos establecidos dentro de la compañía versus los procesos que dicta la administración exitosa de proyectos.

La propuesta final del proceso de control y seguimiento no se desarrollará en el caso seleccionado, solo se incluirá dentro de las lecciones aprendidas, con el fin de que se utilice en el futuro como plantilla.

A pesar de existir aprobación de parte de Teradyne de Costa Rica para el acceso a la información y la elaboración de entrevistas, el personal consultado podría tener dificultades en cuanto al tiempo disponible, por lo que la apertura a la información requerida es limitada.

1.6 Objetivo general

Realizar una propuesta de planificación del seguimiento y control en el diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica, con el fin de regular el producto final entregado en los proyectos desarrollados por estudiantes practicantes.

1.7 Objetivos específicos

- Establecer la propuesta para planificar el seguimiento y control en el diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica.
- Desarrollar tres herramientas del proceso de seguimiento y control en las áreas de conocimiento involucradas con el fin de establecer alternativas en la propuesta a desarrollar.
- Elaborar un análisis lecciones aprendidas en el desarrollo del proyecto de diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica, con el fin de identificar problemas a tomar en cuenta en la propuesta final.

2 MARCO TEORICO

2.1 Marco referencial

En el mundo actual no existe lugar a la improvisación, con lo que la gestión adecuada de proyectos ha tomado un lugar fundamental dentro de las compañías, máxime cuando se trata de compañías tecnológicas en donde un error en tiempo, dinero o alcance se traduce en una pérdida de posición en el mercado.

Es indispensable que el personal poco a poco comience a prepararse para alcanzar los objetivos eficientemente y sirvan como fuente de educación para los demás dentro de una organización. Teradyne de Costa se preocupa por estar a la vanguardia de los procesos y de las nuevas metodologías, con lo que el área de administración de proyectos no es la excepción.

A pesar de que el personal que labora en la gestión de proyectos dentro de la empresa no posee amplia experiencia, si conocen los principales procesos, así como las consecuencias y efectos que podría tener el no seguimiento de los procesos establecidos por la correcta gestión de proyectos.

2.2 Antecedentes de la Institución

Teradyne de Costa Rica tiene como actividad principal la reparación de tarjetas electrónicas además posee 10 años en el mercado de Costa Rica y se encuentra ubicado en la ciudad de Heredia en la zona Franca América, muy cerca del principal aeropuerto del país, lo cual es una ventaja debido al alto volumen de materia prima que ingresa y sale del país. Mundialmente Teradyne cuenta con dos centros de reparación, uno en Costa Rica y otro en Filipinas, sin embargo gracias a la capacidad de los recursos en Costa Rica las operaciones se han incrementado, hoy en día cuenta con otros divisiones además del centro de

reparación, como: verificación de software, diseño de circuitos impresos, gestión de componentes, soporte de software, entre otros que se han citado anteriormente.

El PFG se desarrolla en el área de ATB1, la cual se encarga de la reparación del producto con mayor tiempo de existencia, con aproximadamente 40 años. Dentro de los productos que analiza el área se encuentra uno de los sistemas de mayor éxito dentro de la compañía, la serie de sistemas L200, que revolucionaron el mundo de los sistemas de pruebas.

Es en esta serie de sistemas donde se comprueba el funcionamiento de la tarjeta MS546, la cual es la base del proyecto desarrollado por los estudiantes. Esta tarjeta, así como el sistema utilizan tecnologías de los años 70, por lo que muchos de sus componentes se encuentran discontinuados u obsoletos, dificultando el soporte para las tarjetas.

En el mundo de la electrónica uno de los principales instrumentos utilizados es lo que se conoce como multímetro, el cual normalmente cuenta con capacidad para medir tensión eléctrica, corriente eléctrica y resistencia; y dado que la compañía desarrolla sistemas de pruebas, este debe contar con la capacidad de medición de un multímetro. La tarjeta MS546 forma parte del multímetro de los sistemas L200, específicamente de la etapa analógica, es decir posee la capacidad de realizar mediciones de señales de tensión y corriente eléctricas variantes en el tiempo.

2.3 Misión y visión

Misión:

Proveer el servicio de soporte en producto electrónico colocado en el mercado a Teradyne y al mundo, particularmente en equipos de chequeo automáticos,

telecomunicaciones, equipo médico, aviación y la industria electrónica. (Teradyne de Costa Rica, 2011).

Visión:

Un lugar asombroso para trabajar, con gente altamente talentosa, conquistando nuevos mercados, funcionando como estándar industrial para el servicio de producto electrónico colocado en el mercado, creando un crecimiento dramático y rentable para Teradyne. (Teradyne de Costa Rica, 2011).

2.4 Estructura organizativa

En la figura 1 se muestra la división organizativa de la Compañía.

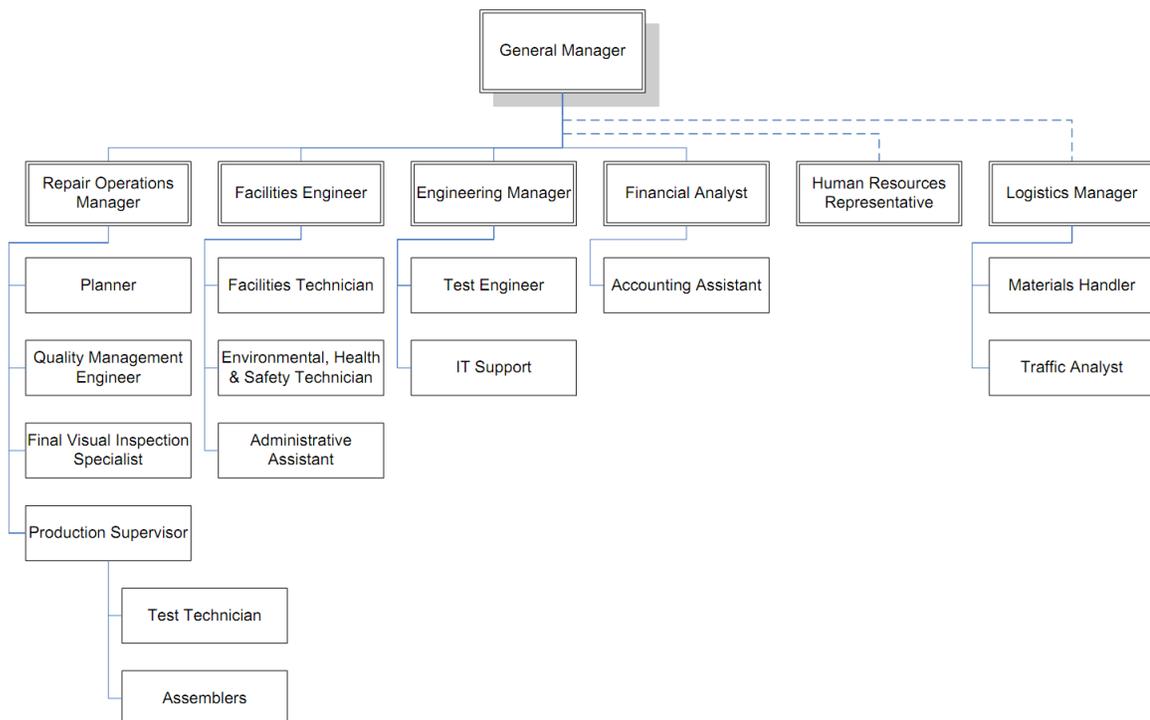


Figura 1. Organigrama de Teradyne de Costa Rica (Teradyne de CR, 2011).

El área de ATB1 donde se desarrolla el proyecto, se encuentra bajo el mando de un supervisor de producción, que a su vez le reporta al director de las operaciones de reparación. Ahora bien, los estudiantes caen bajo el departamento de

ingeniería, este ofrece los servicios de soporte al área de ATB1. Debido a que no existe una relación directa entre el área y el departamento de ingeniería, es fundamental la comunicación que exista entre las dos partes, ya que son vitales para el desarrollo correcto del proyecto. Además, el organigrama es útil para la verificación de los involucrados identificados.

2.5 Productos que ofrece

Teradyne de Costa Rica se dedica a la reparación de tarjetas electrónicas, por lo tanto el área de ATB1 no se escapa a este servicio, y se dedica a la reparación de tarjetas electrónicas pertenecientes a los sistemas L200. Sin embargo detrás del servicio de reparación existe una preparación y educación que brinda un valor agregado a la reparación.

La compañía cuenta con certificación ISO9000, que establece estándares para el proceso de reparación. Además cuenta con controles ESD (electro static discharge) que garantizan la manipulación correcta de dispositivos electrónicos susceptibles a daños por electricidad estática (McAteer, 1990).

Otra certificación importante para la manipulación de tarjetas electrónicas es la IPC (Institute for Printed Circuits), que dicta los estándares para efectuar procesos de retrabajo en tarjetas electrónicas.

Agregado a estas capacidades, Teradyne de Costa Rica cuenta con toda la maquinaria adecuada y pertinente para la reparación de tarjetas, lo que facilita el servicio proporcionado.

2.6 Teoría de Administración de Proyectos

Según el PMBOK (PMI, 2008, pág. 6.) la administración de proyectos es “la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades de un proyecto, para satisfacer los requisitos del proyecto”.

Estos conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas corresponden diferentes grupos de procesos y diferentes áreas del conocimiento, que se

entrelazan para satisfacer las necesidades, el PMBOK (PMI, 2008) divide los procesos de la administración de proyectos en 5 grandes grupos, descritos brevemente a continuación:

- Grupos de procesos de iniciación: se concreta y autoriza el inicio de un proyecto o de una fase del mismo.
- Grupos de procesos de planificación: se define a fondo el proyecto con sus objetivos y se planifica el accionar del proyecto.
- Grupos de procesos de ejecución: involucra integrar los recursos necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Grupos de procesos de seguimiento y control: se monitorean y controlan las acciones del proyecto y se toman decisiones para alcanzar los objetivos.
- Grupos de procesos de cierre: establece la aceptación del producto final, ya sea de un proyecto o de una fase del mismo.

2.7 Proyecto

Es importante aclarar la diferencia entre proceso y proyecto, ya que normalmente suelen malinterpretarse. Según el PMBOK (PMI, 2008, pág. 7.) un proyecto es: “un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único”, caso contrario un proceso es una acción repetitiva en donde puede tener un inicio y un fin, sin embargo este vuelve a iniciar y se mantiene así para siempre.

Un proyecto puede tener como resultado o producto final un proceso o la mejora de uno, no obstante un proyecto se desarrolla únicamente una vez, y nunca más vuelve a desarrollarse bajo las mismas circunstancias.

Según Gido y Clements (2003) señalan que un proyecto puede definirse bajo 7 atributos básicos, de esta forma fácilmente se identifica lo que es un proyecto. A continuación los 7 atributos:

- Objetivo definido: debe definirse en base a tiempo, costo y alcance. Además debe considerar la calidad del producto y la satisfacción del cliente.
- Un proyecto se completa mediante tareas interdependientes: hace referencia a la secuenciación de tareas no repetitivas con el fin de alcanzar el objetivo.
- Utilización de varios recursos para el desarrollo de las tareas: es evidente que para las tareas es necesario asignar recursos para su cumplimiento.
- Tiempo limitado: las tareas establecidas para alcanzar el objetivo tienen un periodo de tiempo establecido.
- Pueden ser un intento único: como se mencionó, las circunstancias no suelen ser las mismas para el desarrollo de un proyecto.
- Tiene un cliente: es la figura para la que se realiza el proyecto. Es una figura amplia que abarca también al usuario final del producto.
- Posee un grado de incertidumbre: para el planteamiento de las tareas de un proyecto, su duración y su costo se manejan supuestos, los cuales deben ser documentados de manera correcta con el fin de evaluarlos en el transcurso del proyecto, y pueden aumentar o disminuir las probabilidades de éxito del proyecto.

De esta forma, los siguientes se consideran ejemplos de proyectos: desarrollar un proceso de reparación de una tarjeta electrónica, diseñar el proceso de lavar un automóvil, planear una boda, etc.

Es importante analizar el concepto de proyecto bajo la estructura de componentes de un sistema, tal y como lo dice CLELAND y KING (2005), al mencionar que un sistema es un ensamble de cualquier cosa, por ejemplo: personas, organizaciones, información, entre otras; que se agrupan para un objetivo común.

Este sistema podría descomponerse en otros subsistemas que a su vez persiguen un objetivo de menor magnitud, luego estos subsistemas se dividen en otros subsistemas, y así sucesivamente hasta que cada objetivo sea fácil de alcanzar. Ahora bien, la gestión correcta de todos estos subsistemas tiene como fin alcanzar una sinergia tal que permita lograr los objetivos como un conjunto y no como subsistemas.

2.8 Administración de Proyectos

La administración de proyectos es un arte que permite gestionar recursos con el fin de alcanzar un producto final, que a su vez debe satisfacer la necesidad de un cliente. Como se mencionó, en un proyecto generalmente no se dan las mismas circunstancias, por lo que no es factible la aplicación de una “receta mágica” que llegué al éxito.

El PMBOK (PMI, 2008) se encarga de mostrar procesos que a lo largo del tiempo han sido reconocidos como buenas prácticas, y permiten incrementar las posibilidades de éxito del proyecto. Parte del rol del director de proyectos es dirigir acertadamente, por lo que debe tomar decisiones de las herramientas que se van a utilizar, y en muchas ocasiones usar un poco “intuición” para gestionar adecuadamente.

Además al aplicar correctamente los 42 grupos de procesos de la administración de proyectos, las posibilidades de alcanzar el objetivo final se incrementan, sin embargo todo proyecto gira alrededor de un grado de incertidumbre, por lo que no basta con la aplicación de estas herramientas, sino que el proceso debe ser iterativo, es decir debe existir una retroalimentación de cada una de las etapas que componen el proyecto y reevaluar en caso de ser necesario (PMI, 2008).

Ahora bien cómo determinamos el éxito de un proyecto, generalmente el éxito en un proyecto suele estar rodeado de 4 factores: alcance, costo, programa y satisfacción del cliente (Gido & Clements, 2003), de estos cuatro factores los primeros 3 presentan una relación directa con la satisfacción del cliente, es decir nadie está interesado en que su producto no haga lo que debe de hacer, que duren más de la cuenta en entregarlo y que cueste más de lo que se estableció.

El alcance es el trabajo acordado con el cliente, que debe desarrollarse, en otras palabras es el producto final a entregar. Claro está, debe cumplir con los criterios de aceptación y calidad para que el cliente este satisfecho con el resultado.

El costo es el monto total que el cliente aceptó desembolsar a cambio de un producto, para el cálculo del monto debe establecerse un presupuesto basado en una estimación del grupo de trabajo, del costo de cada una de las tareas a realizar para alcanzar el objetivo final; por supuesto que cumplir con el presupuesto presenta un grado de incertidumbre, ya que se trabaja con supuestos que pueden o no cumplirse.

El programa de un proyecto puede entenderse como el tiempo estimado para cada una de las tareas que garantizan el cumplimiento del objetivo. Estas actividades deben presentarse cronológicamente de tal forma que tengan una fecha de inicio y una fecha de finalización. Al igual que el costo, el programa presenta un grado de incertidumbre considerable, debido a las estimaciones hechas en el cronograma.

La figura 2 muestra los 4 factores que determinan el éxito en un proyecto (Dynamic Graphics Inc, 1994), y principalmente el rol de un director de proyectos, en este caso hace referencia a la habilidad que debe poseer el director comparando su labor con la de un malabarista, es la habilidad de equilibrar satisfactoriamente los 4 factores para cumplir con el objetivo final.

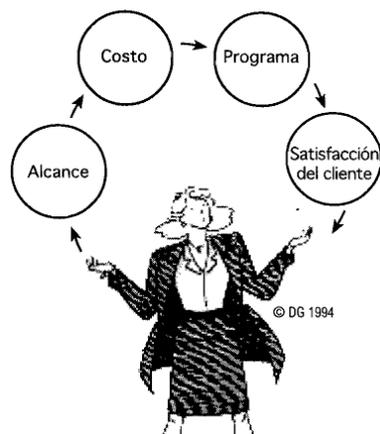


Figura 2. Factores para el éxito en un proyecto (Dynamic Graphics Inc, 1994).

Así que el objetivo final se convierte en satisfacer al cliente con su producto, en un tiempo establecido, sin costos adicionales y con un producto que cumpla con lo requerido, por lo que el director de proyectos debe idear una estrategia para que todo su equipo de trabajo se encaminó hacia el cumplimiento de este objetivo.

La administración de proyectos demanda actuar de forma proactiva y no de forma reactiva, es decir, se debe establecer un plan de trabajo y luego dedicarse cumplir con este plan (Gido & Clements, 2003).

2.9 Áreas del Conocimiento de la Administración de Proyectos

Todo proyecto involucra la aplicación de procesos a través de su tiempo de desarrollo. Como se estableció anteriormente se recomienda trabajar inicialmente en un plan, y luego involucrarse en el trabajo para cumplir dicho plan (Gido & Clements, 2003). Así que si el desarrollo de un proyecto involucra planeamiento, la estructura de la misma planeación debe ser clara, ordenada y concisa con el fin de lograr el objetivo de gestionar adecuadamente los proyectos.

El PMBOK (PMI, 2008) basa su contenido en una recopilación de diferentes lecciones aprendidas, transformadas en buenas prácticas que al utilizarlas elevan

la probabilidad de éxito de un proyecto, garantizado por la experiencias vividas a través de la historia.

No todos los proyectos son iguales y no en todos los proyectos se aplican los mismos procedimientos, de no ser así la administración de proyectos se convertiría en una técnica y no en un saber; de esta forma cualquier persona podría tomar la guía y aplicarla y obtener resultados satisfactorios. Este realmente es el reto del administrador de proyectos, cómo mover las “fichas” disponibles para alcanzar el éxito.

En todo proyecto los procesos aplicados pueden agruparse por etapas o por áreas del conocimiento. Al agruparse por etapas denotan un orden cronológico dependiente del periodo de desarrollo del proyecto, mientras que al agruparse por áreas del conocimiento muestran la temática que debe aplicarse en la gestión de proyectos (PMI, 2008).

La agrupación mediante áreas del conocimiento consta de 9 áreas: integración, alcance, tiempo, coste, calidad, recursos humanos, comunicación, riesgo y adquisición. De esta forma no se indica el momento en que debe llevarse a cabo cada temática, simplemente se muestran las áreas en las que un proyecto debería girar.

El PMBOK (PMI, 2008) detalla las áreas de conocimiento de la siguiente manera:

- Administración de la integración:

Involucra los procesos, actividades y herramientas requeridas identificar, combinar, unificar, *integrar* los mismos procesos de la gestión de proyectos. Se puede definir esta área como provocar un encaje perfecto entre los diferentes procesos involucrados. Los procesos involucrados en la gestión de la integración son:

- Desarrollar el acta del proyecto
- Desarrollar el plan de gestión del proyecto

- Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto
- Supervisar y controlar el trabajo del proyecto
- Realizar control integrado de cambios
- Cerrar proyecto o fase

- Administración del alcance:

Involucra todos los procesos y herramientas necesarias para incluir el trabajo requerido para alcanzar el objetivo. Se debe establecer hasta dónde se desea llegar con el proyecto, y lo que incluye y no incluye en su desarrollo. Los procesos involucrados en la gestión del alcance son:

- Recopilar requisitos
- Definir el alcance
- Crear la estructura detallada de trabajo (EDT)
- Verificar el alcance
- Controlar el alcance

- Administración de tiempo:

Incluyen los procesos necesarios para concluir a tiempo el proyecto. Se deben considerar todas las actividades necesarias para el cumplimiento del proyecto. Los procesos involucrados son:

- Definir las actividades
- Secuenciar las actividades
- Estimar los recursos de las actividades
- Estimar la duración de las actividades
- Desarrollar el cronograma
- Controlar el cronograma

- Administración de costos:

Incluye los procesos requeridos para el cumplimiento del presupuesto, lo que quiere decir que se debe estimar y controlar efectivamente el dinero para evitar sobrepasar el presupuesto. Los procesos involucrados son:

- Estimar costos

- Determinar el presupuesto
- Controlar los costos

- Administración de la calidad:

Se encargan de ejecutar los procesos necesarios para que los resultados del proyecto satisfagan las necesidades del clientes, por lo que asegura el cumplimiento de los objetivos. Utiliza políticas y procedimientos, con actividades de mejora continua de todos los procesos involucrados en el proyecto. Los procesos que abarcan la gestión de la calidad son:

- Planificar la calidad
- Realizar aseguramiento de la calidad
- Realizar control de calidad

- Administración de recursos humanos:

Involucran los procesos necesarios para dirigir, organizar y guiar acertadamente al equipo del proyecto. Involucra a todos los recursos utilizados en el desarrollo del proyecto. Los procesos a los que hace referencia son:

- Desarrollar el plan de recursos humanos
- Adquirir el equipo del proyecto
- Desarrollar el equipo del proyecto
- Dirigir el equipo del proyecto

- Administración de las comunicaciones:

Basa su funcionamiento en los procesos necesarios para crear, distribuir, analizar, recopilar , presentar la información y documentación del proyecto en el momento pertinente. Los procesos involucrados en la gestión de las comunicaciones son:

- Identificar a los interesados
- Planificar las comunicaciones
- Distribuir la información
- Gestionar las expectativas de los interesados
- Informar el desempeño

- Administración del riesgo:

Hace referencia a los procesos necesarios para identificar, clasificar, calificar, evaluar, gestionar, reaccionar ante los eventuales riesgos que puedan o no presentarse en el proyecto. Los procesos involucrados son:

- Planificar la gestión de riesgos
- Identificar los riesgos
- Realizar análisis cualitativo de riesgos
- Realizar análisis cuantitativo de riesgos
- Planificar la respuesta a los riesgos
- Monitorear y controlar los riesgos
- Administración de las adquisiciones:

Involucra los procesos para la adquisición de productos o de servicios en el proyecto. Los procesos envueltos son:

- Planificar las adquisiciones
- Efectuar las adquisiciones
- Administrar las adquisiciones
- Cerrar las adquisiciones

2.10 Ciclo de vida de un proyecto

Todo proyecto para alcanzar su objetivo final debe atravesar por un proceso, y no existe una excepción a esta regla, a dicho proceso se le conoce como ciclo de vida de un proyecto (Cleland & King, 2005). De esta forma el ciclo de vida de un proyecto representa un proceso cronológico ordenado de tal forma que presente un inicio y un fin.

Los proyectos pueden presentar diferentes tamaños, por lo que el ciclo de vida puede ser tan corto como unas cuantas horas hasta un proyecto de varios años. Sin importar su dimensión, el ciclo de vida presenta cuatro etapas, inicio, organización y preparación, ejecución del trabajo y cierre; evidentemente estas

etapas se encuentran estrictamente ligadas con los procesos de la gestión de proyectos (PMI, 2008).

El ciclo de vida de un proyecto se puede comparar con la vida de un ser humano, básicamente corresponde a un espacio temporal dentro de una línea de tiempo infinita. En el gráfico de la figura 3 se aprecia el ciclo de vida de un proyecto en función del costo y la cantidad de recursos necesarios.

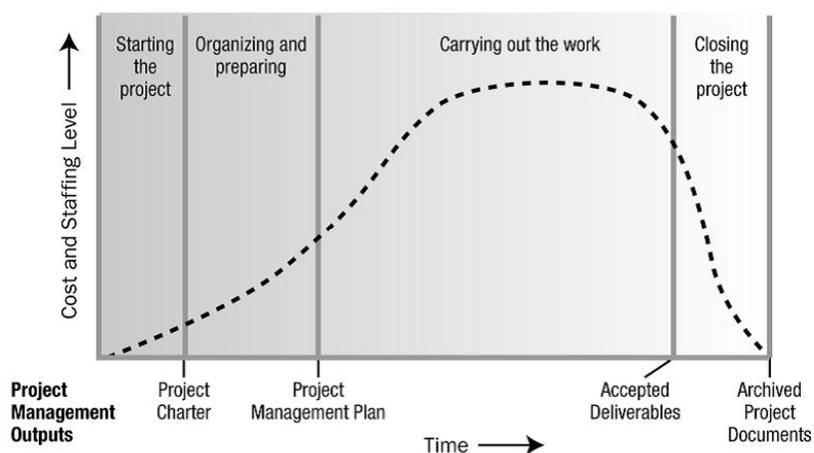


Figura 3. Efecto de los costos y cantidad de recursos a través del ciclo de vida del proyecto (PMI, 2008, pág. 18.).

Los proyectos atraviesan diferentes fases o ciclos a lo largo de su desarrollo, donde las diferentes variables como riesgo, costos, involucrados afectan de diversas maneras. De esta manera el gráfico de la figura 3 muestra el efecto de los costos y la cantidad de recursos en el tiempo. Se aprecia como el grueso de los costos y de los recursos se da en la etapa de ejecución del trabajo, evidentemente debido a que contiene el grueso del trabajo a realizar para alcanzar el objetivo.

2.11 Procesos en la Administración de Proyectos

Como se ha mencionado, al agrupar los procesos de la administración de proyectos por etapas demanda un orden cronológico de su desarrollo. Existen 5

grupos de procesos básicos en los que se divide la correcta administración de proyectos, es importante mencionar independientemente la cantidad de fases o etapas que contemple un proyecto, el grupo de procesos puede aplicarse para cada una de estas fases o una sola vez (PMI, 2008).

Los procesos desarrollados en la gestión de proyectos son:

- **Iniciación:**

Se define y se autoriza el proyecto por parte del patrocinador, además detalla el problema que debe ser resuelto. Dentro de los procesos desarrollados en esta etapa se encuentran:

- Desarrollar el acta de constitución del proyecto
- Identificar a los interesados

- **Planificación:**

Está compuesto por todos los procesos utilizados para determinar el alcance completo, establecer los objetivos, y establecer la línea o el plan para alcanzar dichos objetivos. Los procesos que se contemplan dentro de esta etapa son:

- Desarrollar el plan para la dirección del proyecto
- Recopilar requisitos
- Definir el alcance
- Crear la EDT
- Definir las actividades
- Secuenciar las actividades
- Estimar los recursos para las actividades
- Estimar la duración de las actividades
- Desarrollar el cronograma
- Estimar costos
- Determinar el presupuesto
- Planificar la calidad
- Desarrollar el plan de recursos humanos
- Planificar las comunicaciones

- Planificar la gestión de riesgos
- Identificar riesgos
- Realizar análisis cualitativo de riesgos
- Realizar análisis cuantitativo de riesgos
- Planificar la respuesta a los riesgos
- Planificar las adquisiciones

Es importante notar la cantidad de procesos es esta etapa, evidenciando que el grueso de la administración de proyectos se encuentra en la planeación, el ser proactivos.

- Ejecución:

Involucra a todos los procesos necesarios para el cumplimiento del plan desarrollado en la etapa de planeación. Los procesos son los siguientes:

- Dirigir y gestionar la ejecución del proyecto
- Realizar aseguramiento de la calidad
- Adquirir el equipo de proyecto
- Desarrollar el equipo del proyecto
- Dirigir el equipo del proyecto
- Distribuir la información
- Gestionar las expectativas de los interesados
- Efectuar adquisiciones

- Seguimiento y control:

Asegura el cumplimiento de los objetivos, además en caso de ser necesario corrige los procesos necesarios para asegurar el cumplimiento de objetivos. Los procesos involucrados son:

- Dar seguimiento y controlar el trabajo
- Realizar control integrado de cambios
- Verificar el alcance
- Controlar el alcance
- Controlar el cronograma

- Controlar costos
- Controlar la calidad
- Informar el desempeño
- Seguimiento y control de riesgos
- Administrar las adquisiciones

- Cierre:

Se encarga de aceptar la entrega del producto final o de alguna fase, exige la documentación de muchos resultados. Los procesos involucrados son:

- Cerrar el proyecto o fase
- Cerrar las adquisiciones

3 MARCO METODOLOGICO

El presente trabajo trató una de las necesidades de mayor prioridad dentro de la empresa Teradyne de Costa Rica: el seguimiento y control de los proyectos desarrollados por estudiantes practicantes.

Para el desarrollo de la propuesta del proceso de seguimiento y control se consideró la cultura y madurez de Teradyne en administración de proyectos, con el fin de adecuar los procesos a las necesidades.

Para la elaboración de la propuesta se utilizó como referencia principal el PMBOK (PMI, 2008), así como algunos otros libros de teoría de administración de proyectos, en donde se detallan las técnicas y herramientas seleccionadas para el proyecto.

La propuesta final se basó en los procesos de control y seguimiento que establece el PMBOK (PMI, 2008) para la administración de proyectos, sin embargo se realizó un repaso de todas las entradas necesarias para estos procesos, lo que involucró incluir otros procesos. Además se utilizó como referencia uno de los proyectos ejecutados por los estudiantes practicantes en algunas de las plantillas establecidas y herramientas seleccionadas.

Además, el trabajo contó con un análisis de herramientas y técnicas para el control y seguimiento del proyecto, así como un análisis del capítulo de lecciones aprendidas.

3.1 Fuentes de información

Corresponde a la materia prima para el investigador, de esta manera se logró desarrollar su producto final.

Fuentes primarias

Dado la poca experiencia en administración de proyectos dentro de Teradyne, muchas de las lecciones aprendidas únicamente se encontraron en la experiencia acumulada en el personal.

Por lo tanto, para este trabajo las fuentes primarias fueron los profesionales y personal de Teradyne, que mediante el método de entrevistas personales se analizan los procesos de la empresa. El personal consultado corresponde a miembros de ejecución de proyectos anteriores que mediante su experiencia brindan la información requerida.

Fuentes secundarias

Las fuentes secundarias correspondieron a los clientes internos en proyectos desarrollados y finalizados. El aporte fue externo al proyecto con lo que se pudo evaluar el servicio ofrecido en cuanto al control y monitoreo de un proyecto.

En el proyecto final de graduación fue indispensable el acceso a toda la información del proyecto sobre el cual se realizó la investigación, por lo que un requisito fue el acceso a los documentos desarrollados en la etapa de iniciación, planificación, ejecución, control y seguimiento del proyecto: Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica.

Además fue vital fundamentar adecuadamente con la teoría el trabajo establecido, mediante la utilización de libros de teoría de administración de proyectos. A continuación se detallan las fuentes de información utilizadas para cada uno de los entregables a nivel de objetivos específicos.

- Propuesta para planificar el proceso de seguimiento y control del proyecto

Basado en los procesos involucrados del control y seguimiento del proyecto determinados de diferentes libros de teoría de administración de proyectos. Además para una de estas etapas se contó con la documentación de la compañía de los procesos realizados.

- Análisis de lecciones aprendidas

Utilizó como fuente principal el capítulo de lecciones aprendidas desarrolladas en el proyecto en cuestión, además fue necesario utilizar fuentes de conocimiento de la teoría de administración de proyectos.

- Herramientas para el proceso de seguimiento y control

Para esta etapa la fuentes de información se tomó de libros de teoría, documentos de apuntes de clase, así como algunos sitios web, que desarrollan las técnicas y herramientas necesarias para el proceso de control y seguimiento del proyecto.

Fuentes Secundaria:

Las fuentes secundarias fueron los clientes internos. Fue necesario contar con un marco de referencia para realizar la propuesta final, por lo que se requiere información que ha sido transmitida a través del tiempo, es decir toda la documentación que se tenga acceso.

Para el análisis de las lecciones aprendidas en los diferentes procesos, fue necesario contar con la información desarrollada en el proyecto, a continuación los documentos seleccionados para cada uno de los procesos.

- Iniciación y planificación

- Goñi, G & Ulate, M. (2011). *Project charter proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la*

tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica. Manuscrito no publicado.

- Goñi, G & Ulate, M. (2011). *WBS proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica. Manuscrito no publicado.*
 - Goñi, G & Ulate, M. (2011). *Cronograma proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica. Manuscrito no publicado.*
 - Venegas, D. (2011). *Diagrama de flujo para proyectos de practicantes. Manuscrito no publicado.*
 - Venegas, D. (2011). *Análisis de riesgos proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica. Manuscrito no publicado.*
- Control y seguimiento
 - Venegas, D. (2011). *Análisis de riesgos proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica. Manuscrito no publicado.*
 - Venegas, D. (2011). *Comparación porcentaje de avance real vs planificado para el proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica. Manuscrito no publicado.*
 - Venegas, D. (2011). *Capítulo lecciones aprendidas para el proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de*

verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica.
Manuscrito no publicado.

- Fuentes documentales
 - Brenes, C. (2011). Apuntes de clase: *Presentación 5, Curso Tópicos Especiales para la AP I.*
 - Brenes, C. (2011). Apuntes de clase: *Presentación 7, Curso Tópicos Especiales para la AP I.*
 - Brenes, C. (2011). Apuntes de clase: *Presentación 8, Curso Tópicos Especiales para la AP I.*
 - Biafore, B. (2005). About project crashing (shortening a project schedule).
 - CLELAND, D.I.; KING, W.R. 2005. Manual para la Administración de Proyectos. CECOSA. México, D.F. Décima reimpresión.
 - GIDO, J.; CLEMENTS, J. 2003. Administración exitosa de proyectos. Segunda edición. México. Internacional Thompson Editores S.A.
 - NetMBA.com. <http://www.netmba.com/operations/project/time-cost/>. Internet Center for Management and Business Administration, Inc. 2005.
 - P.M.I. (Project Management Institute). 2008. Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos. PMBOK Guide, Cuarta edición 2008. Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.
 - Ruiz, A. (2008). *Aceleración de redes*. Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional.
 - Ruiz, A. (2008). *Valor ganado*. Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional.

- SAPAG CHAIN, NASSIR; SAPAG CHAIN, REINALDO. 2003. Preparación y evaluación de proyectos. Cuarta edición. Mc Graw Hill Interamericana. México.

3.2 Técnicas de Investigación

Investigación Mixta

La intención fundamental del PFG fue la creación de una propuesta para el proceso de seguimiento y control, basada en las buenas prácticas en la administración de proyectos y tomando como referencia el trabajo hecho hasta la actualidad por la compañía. Por lo tanto corresponde a una mezcla de investigación documental y de campo.

Documental: este trabajo pretendió profundizar en la teoría de administración de proyectos mediante los estándares que proporciona el Project Management Institute, a través de su guía PMBOK (PMI, 2008) . Para el desarrollo de la propuesta fue necesario reconocer los procesos involucrados en cada área del conocimiento relacionado con el seguimiento y control de un proyecto. La primer etapa del proyecto se basó en un informe de investigación entre el trabajo realizado por la compañía y contrapuesto con la teoría con las respectivas plantillas para los procesos en cada una de las áreas del conocimiento.

Campo: la propuesta incluyó herramientas que faciliten el control y el seguimiento del proyecto, por lo que las fuentes documentales establecidas anteriormente, permitieron investigar cuales herramientas se adaptan de manera correcta dentro del campo de aplicación del proyecto.

En resumen, tomando como referencia fuentes de documentos establecidas, la técnica de investigación documental se escogió para afrontar el proyecto.

Recordando, esta técnica se fundamenta en la recopilación de datos provenientes de libros, textos u otros documentos con el fin de profundizar en la teoría de administración de proyectos, así como el uso de la buenas prácticas establecidas por el PMBOK (PMI, 2008).

3.3 Método de Investigación.

Método inductivo

La investigación se basó en la observación de los hechos acontecidos en la compañía y cómo es el trabajo realizado hasta el momento. Luego se obtuvieron conclusiones, fundamentados con la teoría y en comparación con los hechos observados. De esta forma el método inductivo fue el indicado para el desarrollo del PFG.

Se pretendió generar informes comparativos en las áreas de aplicación involucradas en el proceso, de esta forma se identificó la brecha existente entre la práctica y la teoría. Además, mediante la descomposición de las fuentes documentales se determinó las herramientas adecuadas para el proceso, concluyendo en la propuesta formal para el seguimiento y control.

3.4 Técnicas y herramientas

Las herramientas y técnicas de investigación utilizados para generar la metodología son:

a) Juicio de expertos

Se realizaron consultas a profesionales que han participado en desarrollo de proyectos con el fin de encontrar las herramientas adecuadas para la propuesta final.

b) Entrevistas

Se realizaron entrevistas a diferentes involucrados en el proyecto con el fin de encontrar necesidades y requerimientos en la propuesta final para el control y seguimiento.

c) Plantillas

Las plantillas con las que cuenta la compañía se mantuvieron para la propuesta o funcionar como fuente de información para el proyecto.

d) Análisis de la información

La información recolectada fue procesada de tal forma que los interesados puedan tener la información requerida.

- Generación de plantillas

Para la propuesta final se generaron plantillas con el fin de la información recolectada sea fácil de interpretar y acceder.

4 DESARROLLO

4.1 Áreas del conocimiento asociadas al proceso de control y seguimiento desarrollados en Teradyne de Costa Rica contra la metodología propuesta

En el cuadro 1 se muestra una matriz de los diferentes grupos de procesos relacionados con cada uno de las áreas de conocimiento. Dado los intereses, el proceso a tomar en cuenta es el de seguimiento y control, que cuenta con 10 procesos de las diferentes áreas del conocimiento, para un 24% del total de procesos.

Cuadro 1. Matriz de grupos de procesos vs áreas del conocimiento (Brenes, 2011).

Relación entre los grupos de procesos y las áreas del conocimiento de la administración de proyectos	Grupo de procesos						Total	Porcentaje
	1	2	3	4	5			
	Iniciación	Planificación	Ejecución	Seguimiento y Control	Cierre			
1 Integración	1	1	1	2	1	6	14%	
2 Alcance	0	3	0	2	0	5	12%	
3 Tiempo	0	5	0	1	0	6	14%	
4 Costo	0	2	0	1	0	3	7%	
5 Calidad	0	1	1	1	0	3	7%	
6 Recursos humanos	0	1	3	0	0	4	10%	
7 Comunicaciones	1	1	2	1	0	5	12%	
8 Riesgos	0	5	0	1	0	6	14%	
9 Adquisiciones	0	1	1	1	1	4	10%	
Total	2	20	8	10	2	42		
Porcentaje	5%	48%	19%	24%	5%			

Para la propuesta final es indispensable el conocimiento de las diferentes áreas de conocimiento involucradas en los procesos de seguimiento y control. A continuación se exponen los conceptos teóricos y su aplicación práctica con el fin establecer si los procesos involucrados con cada una de las áreas de conocimiento requieren o no ejecutarse de manera obligatoria en este tipo de

proyecto. Una de las habilidades de un administrador de proyectos es determinar cuáles procesos deben desarrollarse en los diferentes proyectos, esto porque no todos los proyectos presentan las mismas características y algunas ocasiones se requiere dar énfasis a ciertos procesos. Los proyectos a desarrollar en Teradyne de Costa Rica son de tipo tecnológico, que involucran gran desarrollo de hardware y de software por lo que las decisiones a la hora de aplicar un proceso deben considerar estas acciones.

4.1.1 Administración de la integración

Corresponde a todos los procesos, actividades, acciones o tareas por realizar para lograr identificar, definir, combinar, unificar y coordinar (en general todas las palabras deben corresponder a una parte del concepto de integración) los procesos y actividades de la dirección de proyectos. En otras palabras, hace referencia a la forma de cómo todos los procesos de la administración de proyectos encajan con el fin de cumplir con todos los objetivos. La administración de la integración corresponde a una de las áreas de conocimiento de mayor importancia, ya que es la única que cuenta con actividades en todos los diferentes grupos de procesos y se encarga de tomar una porción de cada uno de ellos y enlazarla de tal forma que el proyecto se alinee con un final exitoso.

En el caso de la administración de la integración existen dos procesos involucrados con el seguimiento y control de un proyecto, a continuación se detallan estos procesos.

4.1.1.1 Monitorear y controlar el trabajo

Tal como su nombre lo indica es el proceso mediante el cual se revisa y regula el avance de un proyecto con el fin de alcanzar los objetivos planteados. Además se debe imponer la mayor objetividad posible en la verificación del avance real contra

el avance planeado, reconociendo cuando efectivamente existe un atraso y planteando acciones correctivas inmediatas (Gido & Clements, 2003).

Existen 7 actividades fundamentales a desarrollar en este proceso,

- Comparar porcentaje de avance real contra el planeado
- Valorar el desempeño para determinar acciones preventivas o correctivas
- Identificar nuevos riesgos y revisar los existentes
- Verificar las información del proyecto, así como la documentación
- Proporcionar información adecuada cuando la soliciten
- Proporcionar estimaciones de costos y tiempo
- Controlar los cambios en el proyecto

Ahora bien, todos los procesos a desarrollar pueden verse como una gran caja que cuenta con entradas y salidas, y en su interior una serie de herramientas que toman las entradas para generar las salidas. En la figura 4 se muestra la ideología de los procesos con sus entradas, herramientas y salidas (PMI, 2008).

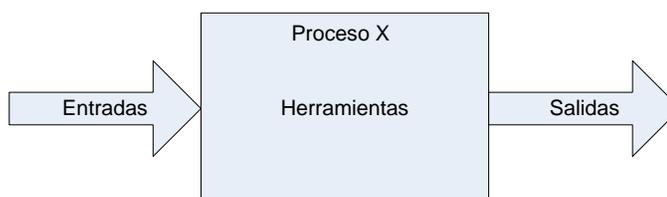


Figura 4. Concepto de desarrollo de un proceso.

Entradas

- a. Plan para la dirección del proyecto

Al forma parte de la gestión de la integración, el plan consiste en una integración y consolidación de todos los subplanes desarrollados anteriormente y lo referente a la línea base; expresado de otra manera es contra lo que se puede comparar el avance real de un proyecto. El plan para la dirección del proyecto debe incluir:

- Ciclo de vida seleccionado para el proyecto, así como cada uno de los procesos que deben aplicarse a las fases.

Para el caso en estudio el diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de CR, esta entrada no se realizó, lo cual evidentemente desfavorece ya que no existe un rumbo concreto y se deja a criterio del administrador los procesos que deben desarrollarse. Para la propuesta final esta entrada debe ser de carácter **obligatorio** ya que compromete al director de proyectos y a su grupo de trabajo seguir un lineamiento adecuado, así como una estructura de trabajo para la misma administración de proyectos. En el cuadro 2 se muestra la propuesta para esta entrada perteneciente al plan del proyecto.

Cuadro 2. Propuesta del ciclo de vida y de los procesos a desarrollar en el proyecto.

Áreas de conocimiento	Grupos de procesos				
	Iniciación	Planeación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Administración de la integración	Desarrollo del Project Charter con: <ul style="list-style-type: none"> • Alcance general • Duración estimada • Objetivos específicos • Criterios de éxito en el proyecto • Presupuesto inicial • Restricciones y limitaciones • Involucrados 	Desarrollo del plan del proyecto con: <ul style="list-style-type: none"> • Procesos escogidos para el proyecto • Técnicas a utilizar en los procesos • Distribución de trabajo • Necesidades de comunicación • Línea base de costo y tiempo • Gestión de riesgos • Gestión de comunicaciones • Gestión alcance • Gestión calidad 	Dirigir y manejar la ejecución	Monitoreo y control del trabajo Control integrado de cambios	Cerrar proyecto
Gestión del alcance		Requerimientos Definir el alcance Desarrollar la WBS		Verificar alcance Control del alcance	
Gestión del tiempo		Definir actividades Secuenciar actividades Estimar duraciones Crear cronograma: <ul style="list-style-type: none"> • Usar MS Project • Establecer 		Controlar el cronograma	

		predecesores			
Gestión de costos		Estimar costos por actividades Determinar el presupuesto		Controlar el presupuesto	
Gestión de la calidad		Crear plan de calidad	Asegurar calidad	Control de calidad	
Gestión de los recursos humanos					
Gestión de las comunicaciones	Identificación de los involucrados, agregarlo al Project charter	Crear plan de comunicaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Distribuir información: grupo de trabajo supervisor 	Reporte de rendimiento	
Gestión de los riesgos		Crear plan de manejo de riesgos Identificar riesgos Análisis cualitativo de riesgos Análisis cuantitativo de riesgos Plan de respuesta al riesgo (contingencia costo-tiempo)		Monitoreo de riesgos	
Gestión de las adquisiciones		Plan de adquisiciones			

- Resultados de la adaptación realizada por el equipo de dirección de proyectos

Esta tarea puede describirse como una continuación de la anterior, por lo que evidentemente su desarrollo fue obviado por la compañía durante la planeación del caso en investigación, sin embargo se considera **obligatoria** con el fin de que el grupo de proyectos, incluido el director de proyectos, contemplen los procesos que deben ser elaborados. Además del nivel de desarrollo de cada uno de ellos, descripción de las técnicas y herramientas a utilizar en cada uno de los procesos, así como la identificación de todas las entradas y salidas de los procesos y la manera en que se utilizarán para gestionar el proyecto. Estas tareas incrementan el peso en tiempo de la planeación del proyecto y brindan un camino para la aplicación de los procesos de administración de proyectos. A continuación el

cuadro 3 muestra las técnicas propuestas en cada una de los procesos a desarrollar.

Cuadro 3. Propuesta de las herramientas a utilizar en los diferentes procesos.

Áreas de conocimiento	Grupos de procesos				
	Iniciación	Planeación	Ejecución	Monitoreo y control	Cierre
Administración de la integración	Desarrollo del Project Charter con: <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos 	Desarrollo del plan del proyecto con: <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos 	Dirigir y manejar la ejecución <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos 	Monitoreo y control del trabajo Control integrado de cambios <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos 	Cerrar proyecto <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos
Gestión del alcance		Requerimientos Definir el alcance Desarrollar la WBS <ul style="list-style-type: none"> • Entrevistas • Juicio de expertos • Descomposición 		Verificar alcance Control del alcance <ul style="list-style-type: none"> • Inspección • Análisis de variación 	
Gestión del tiempo		Definir actividades Secuenciar actividades Estimar duraciones <ul style="list-style-type: none"> • Crear cronograma: • Descomposición • Predecesores • Juicio de expertos • Estimación por tres valores 		Controlar el cronograma <ul style="list-style-type: none"> • Revisiones de desempeño • Análisis de variación • Software de gestión de proyectos 	
Gestión de costos		Estimar costos por actividades Determinar el presupuesto <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos 		Controlar el presupuesto <ul style="list-style-type: none"> • Valor ganado • Proyecciones • Índice de desempeño de trabajo por completar • Análisis de variación 	

Gestión de la calidad		Crear plan de calidad <ul style="list-style-type: none"> • Análisis costo beneficio 	Asegurar calidad <ul style="list-style-type: none"> • Auditoría de calidad 	Control de calidad <ul style="list-style-type: none"> • Diagrama causa efecto • Diagramas de flujo 	
Gestión de los recursos humanos					
Gestión de las comunicaciones	Identificación de los involucrados <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los interesados • Juicio de expertos 	Crear plan de comunicaciones <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de requisitos de comunicación • Métodos de comunicación 	Distribuir información: grupo de trabajo <ul style="list-style-type: none"> • Métodos de comunicación • Habilidades interpersonales 	Reporte de rendimiento <ul style="list-style-type: none"> • Variación • Proyección • Métodos de comunicación 	
Gestión de los riesgos		Crear plan de manejo de riesgos Identificar riesgos Análisis cualitativo de riesgos Análisis cuantitativo de riesgos Plan de respuesta al riesgo (contingencia costo-tiempo) <ul style="list-style-type: none"> • Reuniones 		Monitoreo de riesgos <ul style="list-style-type: none"> • Reevaluación de los riesgos • Auditorías de los riesgos • Reuniones sobre el estado del proyecto 	
Gestión de las adquisiciones		Plan de adquisiciones <ul style="list-style-type: none"> • Juicio de expertos 			

➤ Modo de ejecución del trabajo para alcanzar los objetivos

Esta tarea no fue documentada durante el desarrollo del proyecto, sin embargo desde un inicio se dejó claro el modo de cómo se ejecutaría el trabajo, en este caso se asignó a uno de los estudiantes para el desarrollo de todo lo que involucrara software, mientras que al otro estudiante se asignó la parte relacionada con el hardware, esto ayuda a esclarecer los responsables de las tareas para el desarrollo del cronograma, por lo tanto se torna **obligatorio** el

desarrollo de esta tarea. En el cuadro 4 se muestra la asignación del modo de ejecución del trabajo.

Cuadro 4. Modo de ejecución del trabajo den el proyecto.

Recurso	Objetivos
Mario Ulate	Relacionados con software
Gustavo Goñi	Relacionados con hardware
David Venegas	Relacionado con la gestión del proyecto

➤ Modo en que se monitorearán y controlarán los cambios

Para el caso seleccionado para el estudio esta tarea no se llevó a cabo, lo cual perjudica en el momento en que surgen imprevistos en el proyecto. Esto obligó a tomar una acción más reactiva que proactiva, lo que trae múltiples riesgos en la gestión del proyecto, improvisando en muchos casos que ocurrió una eventualidad. Por esta razón es **obligatorio** el desarrollo de esta tarea. El monitoreo y control de cambios se realizará mediante las reuniones de seguimiento que se realizan bisemanalmente.

➤ Modo en que se ejecuta la gestión de la configuración

Esta tarea no fue llevada a cabo en el desarrollo del proyecto afectando al igual en que las demás tareas del plan de dirección de proyectos, la guía o seguimiento que se debe mantener durante la gestión de un proyecto. Sin embargo, para este tipo de proyecto y tomando en cuenta que las anteriores descritas tiene que ver con los procesos a aplicar, se considera esta tarea como **no obligatorio** el desarrollo.

➤ Modo en que se mantendrá la integridad de las líneas base para la medición del desempeño

Sin duda alguna para llevar a cabo un adecuado control y seguimiento de un proyecto debe mantenerse una integridad adecuada en las líneas base, ya que se convierten en el punto de referencia para conocer con certeza el desempeño. Por

lo que no es conveniente realizar cambios que ocasionen un cambio radical en algunas de las líneas base. Se debe establecer desde un inicio los cambios aceptados en cuanto a las líneas base y de esta forma evitar la alteración de estas. Por lo tanto es de carácter **obligatorio** efectuar esta tarea. Para este tipo de proyecto se permite una variación en el cronograma de 8 semanas, ya que de esta forma se le permite al estudiante titularse en la graduación extraordinaria con la que cuenta el ITCR. Además se estima un máximo de un 30% de excedente del presupuesto. En cuanto al alcance se estima que con debido revisión y autorización, el proyecto puede finalizar con el desarrollo del 85% de las capacidades del proyecto, para esto es conveniente brindarle un peso a cada uno de los objetivos planteados y luego establecer los porcentajes correspondientes. En el siguiente cuadro se resume la propuesta para la conservación de la integridad.

Cuadro 5. Integridad de las líneas base.

Descripción línea base	Variabilidad
Cronograma	8 semanas
Presupuesto	30%
Alcance	15%

➤ Necesidades y técnicas de comunicación entre los interesados

Debido al tipo de organización dentro de la compañía (existen múltiples departamentos de acuerdo a funcionalidades) es vital mantener una comunicación adecuada entre todos los interesados. Esta tarea no fue efectuada durante la planeación del proyecto, por lo que fue necesario la improvisación para que todos los interesados obtuvieran la información correspondiente. Dada la importancia de la tarea es **obligatoria** su ejecución. Posteriormente se analiza la propuesta para la comunicación, sin embargo es conveniente mencionar que se debe mantener comunicación con el supervisor de ingeniería y con los supervisores de las áreas involucradas.

➤ Revisiones en contenido, alcance y tiempo

Es necesario planear adecuadamente el momento en que se lleva a cabo a las revisiones de contenido, alcance y tiempo, ya que no se puede perder de vista cada uno de estos rubros. Aunque esta tarea no fue documentada desde el inicio del proyecto se estimó que las revisiones serían bisemanales dado que los estudiantes no poseen la experiencia necesaria y requieren de una supervisión más estricta. El desarrollo de esta tarea es **obligatoria**.

b. Informes de desempeño

La idea principal de los informes de desempeño es comunicar oportunamente el detalle de las actividades, los logros alcanzados, los hitos, obstáculos y la manera de enfrentarlos, así como las actividades pendientes dentro del cronograma. Este Dentro del proyecto desarrollado esta entrada no fue ejecutada ya que la información es requerida únicamente por el gerente de ingeniería, por lo que efectuando reuniones de revisión basta para llevar acabo este proceso. Dado las características del proyecto y de la estructura de la organización esta entrada es calificada como **no obligatoria**.

c. Factores ambientales de la empresa

Corresponde a todos aquellos factores culturales de la compañía que pueden influenciar el monitoreo y control del trabajo. Teradyne cuenta con algunas normas necesarias para el desarrollo del proyecto, para el diseño de hardware de ser posible los componentes utilizados deben poseer la tecnología de montaje superficial (SMD) ya que esto provoca una reducción en el tamaño total de la placa electrónica a desarrollar. Por lo que para monitorear el trabajo esta norma debe ser considerada. Esta tarea es de carácter **obligatorio** con el fin de seguir los procedimientos de la compañía.

d. Activos de los procesos de la organización

La compañía cuenta con poca madurez en la administración de proyectos por lo que actualmente ninguno de los proyectos desarrollados por los estudiantes sufre alguna influencia de activos de la compañía en cuenta al tema de monitoreo y control, por lo tanto esta entrada es **no obligatoria**.

Herramientas y técnicas

a. Juicio de expertos

El juicio de expertos corresponde a la única herramienta de este proceso y es utilizada para procesar adecuadamente la información recibida de los procesos de seguimiento y control; por otro lado el director de proyectos debe asegurar que el desempeño del proyecto sea el indicado. Como se ha mencionado anteriormente la compañía no cuenta con experiencia en la administración de proyectos por lo que es necesario aprovechar al máximo las experiencias vividas. Por el momento el director del proyecto aplicará los conocimientos adquiridos de otros proyectos y determinará lo necesario para el plan del proyecto. Es importante mencionar que el PFG nace a raíz de la ausencia de experiencia y de esta forma generar aprendizaje de los proyectos anteriores y el actual.

Salidas

a. Solicitudes de cambio

Las solicitudes de cambios surgen cuando existen diferencia entre los resultados planeados contra los reales, y que pueden afectar de alguna manera el alcance final del proyecto. Documentar las solicitudes de cambios son vitales para el aprendizaje, existen varios tipos:

- Acción correctiva: su objetivo es alinear el trabajo del proyecto con respecto al plan de dirección de proyectos.

- Acción preventiva: su objetivo es reducir la probabilidad de sufrir algún acontecimiento debido a algún riesgo detectado.
- Reparación de defectos: es la identificación de un defecto con su respectiva recomendación para su reparación o reemplazo.

Este tipo de salida no se obtuvieron en el proyecto ya que nunca se documentaron los cambios durante el desarrollo. Esta salida es de carácter **obligatorio** ya que se convierte en la única manera de poder actualizar las líneas bases y de determinar el alcance real del proyecto, posteriormente se establece la plantilla para la solicitud de cambios.

b. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Corresponde a actualizaciones de los planes de cronograma, costos y calidad, así como de las líneas base de alcance, cronograma y costos. Para el proyecto desarrollado se determinaron los avances reales en el proyecto, sin embargo no existió una actualización real de los planes y de las líneas base, con lo que se pierde de vista el efecto que tienen los cambios dentro de lo planeado. Por esta razón es **obligatorio** efectuar las actualizaciones pendientes en el momento en que se de algún cambio respecto a lo planeado.

c. Actualizaciones de documentos del proyecto

Hace referencia a las proyecciones, informes de desempeño, registro de incidentes, riesgos, entre otros. Como se ha mencionado antes la documentación de todos estos documentos es vital para la generación de conocimiento hacia el futuro, por lo que es necesario actualizar todos aquellos documentos en su momento exacto para lograr una adecuada situación del proyecto. Es **obligatorio** efectuar esta salida del proceso.

4.1.1.2 Control integrado de cambios

Tal y como su nombre lo indica el control integrado de cambios hace referencia a todo lo relacionado con una modificación a lo planteado inicialmente, por lo que desde la revisión de las solicitudes de cambio, la aprobación de estas solicitudes y la gestión abarcan este proceso. Además debido a que pertenece al control y seguimiento del proyecto debe efectuarse desde el inicio hasta el final del proyecto y puede afectar cualquiera de los procesos, productos o resultados de las fases, con su respectiva aprobación. Es importante recalcar que nuevamente un punto crítico es la documentación, ya que es el respaldo del equipo del proyecto, y forma parte de las comunicaciones con todos los interesados, por lo que por más pequeño que sea el cambio, este debe documentarse para que todo el grupo de interesados conozcan del proyecto.

Entradas

a. Plan para la dirección del proyecto

Este punto se discutió anteriormente y se declaró **obligatoria** su ejecución por lo que para este punto ya se cuenta con el plan. El plan para la dirección del proyecto es de gran ayuda en el control integrado de cambios ya que indica la referencia, es decir para que exista un cambio debe existir algo contra que comparar y evidenciar un cambio, por lo que el plan funciona como línea base.

b. Información sobre el desempeño del trabajo

Básicamente hace referencia a los informes del trabajo realizado en cuanto a entregables, costos y tiempos; y son vitales para determinar si se necesita algún cambio o no, por lo que la elaboración de informes de desempeño es **obligatoria**. Esta información será recibida mediante las reuniones de seguimiento con el grupo del proyecto, en donde la idea fundamental es actualizar el cronograma, el presupuesto y un chequeo de los entregables.

c. Solicitudes de cambio

Son normalmente producidas como resultado de los informes de desempeño, mediante acciones preventivas, correctivas o reparación de defectos. Para efectos del proyecto desarrollado, los informes de desempeño se realizan entre el director de proyectos y el grupo, por lo que el director es quién solicita los cambios pertinentes para encaminar el proyecto. Luego el director de proyectos deberá revisar estos cambios con el patrocinador del proyecto, que en este caso corresponde al gerente de ingeniería de la compañía y es quién finalmente tiene la potestad para aprobar. Por lo que las solicitudes de cambio son **obligatorias** para el control y seguimiento del proyecto.

Técnicas y herramientas

a. Juicio de expertos

Como se mencionó anteriormente, dentro de la compañía no existe un experto en la materia, por lo que para esta herramienta deben apegarse a la experiencia que posee el administrador del proyecto, que a pesar de ser poca, es el único dentro de la compañía que presenta conocimiento de la administración de proyectos. La idea fundamental es encontrar una respuesta adecuada ante las diferentes situaciones anormales al proyecto, en donde se requiera de un cambio.

b. Reuniones de control de cambios

En el caso de los proyectos de practicantes el grupo de proyecto es pequeño, suele contar con 2 estudiantes que se convierten en el grupo de proyectos, con un asesor de la compañía que toma el rol de director de proyectos y con un patrocinador, que corresponde al gerente de ingeniería; por lo que la implementación de un comité de control de cambios no es viable, o al menos no de manera de formal. Como se mencionó anteriormente, los cambios suelen verse

entre el director de proyectos y el grupo de proyectos y de acuerdo a la magnitud de las consecuencias de dichos cambios el director de proyectos puede aprobar los cambios, ahora bien cuando la consecuencia presenta un alto costo en dinero y en tiempo debe ser valorado con el patrocinador del proyecto. La utilización de esta técnica será de carácter **obligatoria**, así como su respectiva documentación, de esta manera funcionarán como lecciones aprendidas en el futuro, además de la fuente de información hacia los involucrados.

Salidas

a. Actualizaciones al estado de las solicitudes de cambio

Corresponde a la actualización de todos los cambios aprobados o no. En este caso es de carácter **obligatorio** que el director de proyectos actualice los documentos del proyecto. En el cuadro 6 se muestra una propuesta de plantilla para la solicitud de cambios, así como un registro de cambios en donde el estado de cada cambio debe ser actualizado en las reuniones de seguimiento.

Cuadro 6. Plantilla para solicitud de cambio.

Solicitud de cambio			
Solicitante:			
Código			
Responsable:			
Fecha:	Mes _____	Día _____	Año _____
Descripción	Impacto (Medio, Medio Alto, Alto)	Donde se aplica el cambio	
Observaciones (en caso de ser rechazado):			

_____		_____	
Responsable de cambios		Solicitante	

Cuadro 7. Plantilla para registro de cambios

Consecutivo	Código	Descripción	Solicitante	Fecha	Estatus
1	W1	Incrementar tiempo en investigación	Mario Ulate	5/17/2011	Aprobado
2					
3					
4					

b. Actualizaciones para el plan de dirección del proyecto

Es vital la actualización de las referencias con las que se compara el rendimiento del proyecto, por lo que las líneas bases deben actualizarse con el fin de mostrar los cambios que se han presentado. Esta salida es **obligatoria**.

c. Actualizaciones a los documentos del proyecto

Cualquier otro documento con la necesidad de ser actualizado debe serlo, por lo que como responsabilidad del director de proyectos es analizar los documentos necesarios para la integración del proyecto. Es **obligatorio** el desarrollo de esta salida.

Los procesos involucrados con el seguimiento y control en la administración de la integración no fueron desarrollados en el proyecto, y esto perjudica al no brindar un camino claro a seguir, así como una mala gestión de cambios. Como parte de la propuesta se establece el desarrollo de los procesos involucrados en la gestión de la integración, utilizando las entradas mostradas en la figura 5 como obligatorias.



Figura 5. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de la integración.

4.1.2 Administración del Alcance

Los procesos involucrados con el control y seguimiento del proyecto son:

4.1.2.1 Verificación del alcance

El objetivo principal de este proceso consiste en la formalización de todos aquellos entregables del proyecto que han sido aprobados. Este proceso consiste en una revisión de los entregables ya sea con el patrocinador o con el cliente final del producto.

Entradas

a. Plan para la dirección del proyecto

Como se mencionó anteriormente el plan para la dirección del proyecto no se desarrolló en su totalidad, sin embargo en cuestiones de alcance si se documentó el alcance del proyecto en la planeación, aunque no con el detalle requerido. Se considera como **obligatorio** el desarrollo de este proceso con una declaración del alcance, con sus entregables y sus criterios de aceptación. Además del desarrollo de la EDT así como su respectivo diccionario. En el proyecto desarrollado no se creó el diccionario de la EDT, lo cual en muchas ocasiones no se evidencia el trabajo a desarrollar en algunos entregables. A continuación se presentan los criterio de aceptación propuestos para los entregables, de acuerdo a las áreas de software, hardware, diseño mecánico y documentación.

Cuadro 8. Criterios de aceptación para los entregables.

Área del entregable	Criterios
Hardware	Tiempo de entrega Costo final Espacio físico Densidad de componentes Tipo de componentes Funcionalidad
Software	Tiempo de entrega Costo final Espacio en memoria Modularidad Comentado Funcionalidad
Mecánico	Tiempo de entrega Costo final Funcionalidad Peso Espacio físico
Documentación	Tiempo de entrega Contenido

b. Documentación de requisitos

Es fundamental que los estudiantes o equipo del proyecto conozcan con certeza qué deben desarrollar, así como cuáles son sus restricciones y requisitos de los productos. Por esta razón es **obligatorio** el desarrollo de un documento con todos los requisitos para el producto final y cada uno de los entregables. Para el proyecto en cuestión se establecen los siguientes requisitos.

Requisitos de hardware

- Reutilizar el hardware del proyecto anterior.
- Comunicación entre el hardware y el software debe ser mediante el protocolo GPIB.
- En caso de requerirse un PCB adicional:
 - Utilizar en lo posible componentes de montaje superficial.
 - Utilizar el software Altium para el diseño del PCB.
 - Incluir test points dentro del PCB.
 - Utilización del repositorio para guardar los archivos.

- Generar un manual de usuario.
- Reemplazar el sistema embebido Pegasus por la tarjeta GPIB-IO.
- Documentación de todo el hardware (diseño de bloques, esquemáticos, diagramas de flujos, etc.)

Requisitos de software

- Reutilizar el software del proyecto anterior.
- Lenguaje de programación: Visual Basic.
- Presentar diagramas UML que correspondan con la versión final del software.
- Software comentado.
- Manual de usuario.
- Utilización del repositorio.
- Programación modular.
- Interfaz amigable con el usuario.

Requisitos mecánicos

- Considerar aspectos térmicos (ej: espacio para ventiladores, disipadores, etc).
- Incluir estructura mecánica que contenga los pcb's.
- Diseñar de forma tal que la manipulación por el usuario sea mínima, para evitar quebraduras en conectores, fajas, etc.
- Tomar en cuenta el diseño mecánico para el diseño de hardware.

c. Matriz de rastreabilidad de requisitos

Esta matriz ayuda a mantener un seguimiento sobre los requisitos establecidos previamente. Dicha matriz no fue desarrollada en el actual proyecto, lo cual permite que los requisitos sean obviados a lo largo del desarrollo del proyecto, con el fin de verificar el alcance del proyecto se considera **obligatorio** contar con esta

matriz como entrada, y se propone utilizar la matriz del cuadro 9 como plantilla para los futuros proyectos.

Cuadro 9. Matriz de rastreabilidad de requisitos propuesta.

ID	Descripción	Justificación	Responsable	Prioridad	Versión	Estado	Fecha de finalización
1	HW: utilizar hardware anterior	Continuación del proyecto anterior	MU/GG	3	0	Activo	
2	HW: comunicación GPIB	El módulo de comunicación actual maneja GPIB	MU/GG	3	0	Activo	
3	HW: utilizar componentes de montaje superficial	Reduce espacio-facilidad de reemplazo	MU/GG	2	0	Activo	
4	HW: utilizar Altium	Existe licencia	MU/GG	3	0	Activo	
5	HW: incluir testpoints	Facilidad de resolver problemas	MU/GG	3	0	Activo	
6	HW: utilizar repositorio	Control de versiones	MU/GG	3	0	Activo	
7	HW: manual de usuario	Conocimiento	MU/GG	3	0	Activo	
8	HW: Reemplazar Pegasus por GPIB-IO	Módulo obsoleto	MU/GG	3	0	Activo	
9	HW: Documentar	Conocimiento	MU/GG	3	0	Activo	
10	SW: utilizar software anterior	Ahorro de tiempo	MU/GG	2	0	Activo	
11	SW: visual basic	Licencia	MU/GG	3	0	Activo	
12	SW: diagramas UML	Conocimiento y entendimiento	MU/GG	3	0	Activo	
13	SW: manual de usuario	Conocimiento	MU/GG	3	0	Activo	
14	SW: comentar	entendimiento	MU/GG	2	0	Activo	
15	SW: utilizar repositorio	Control de versiones	MU/GG	3	0	Activo	
16	SW:	Reutilización	MU/GG	3	0	Activo	

	programación modular	de software					
17	SW: interfaz de usuario amigable	Utilizado por técnicos	MU/GG	2	0	Activo	
18	Mech: aspecto térmico	Protección	MU/GG	3	0	Activo	
19	Mech: soporte de PCB	Protección	MU/GG	2	0	Activo	
20	Mech: evitar manipulación de usuario	Protección	MU/GG	3	0	Activo	

d. Entregables validados

Corresponden a los entregables aprobados mediante el control de calidad. En el proyecto actual desarrollado por los estudiantes no existió un plan para la gestión de la calidad, o al menos no formalmente, por lo que en múltiples ocasiones los entregables no fueron validados, solo aquellos que evidenciaran una prueba funcional. Para esta ocasión es imprescindible la validación de los entregables, luego se expone la necesidad de un plan de gestión de calidad, sin embargo para el proceso de verificación del alcance es obligatorio disponer con los entregables validados y al menos ratificarlos con la matriz de requisitos y los criterios de aceptación de entregables.

Técnicas y herramientas

a. Inspección

Como su nombre lo indica corresponde a una indagación del trabajo y de los entregables mediante revisiones, auditorías, entre otras. El director del proyecto deberá utilizar esta técnica periódicamente con el fin de verificar realmente el trabajo ejecutado en relación con el producto obtenido. Se propone realizar de dos maneras la inspección, primero en las reuniones de seguimiento del proyecto pueden revisarse los entregables y valorarse el cumplimiento y aceptación de los mismos. La segunda manera es mediante una auditoría, en donde se pueden

utilizar los criterios de aceptación y los requisitos establecidos para aceptar los entregables. Esta auditoría puede realizarse para en conjunto con la auditoría de control de calidad, además se propone realizarla en un espacio de tiempo no mayor de 3 semanas de periodicidad.

Salidas

a. Entregables aceptados

Para este tipo de proyectos no es necesario la firma de algún cliente o patrocinador de los entregables aceptados, para fines prácticos para cualquiera de las figuras (cliente y patrocinador) el objetivo final es que el producto desarrollado pueda ser utilizado. De esta forma es trabajo del director de proyectos aceptar los entregables (y documentar pertinentemente los entregables aceptados y los no aceptados de acuerdo a las reuniones de avance y a las auditorías) y cuando lo amerite deberá presentar un conjunto de entregables al patrocinador o al cliente con una finalidad más informativa que de aprobación. Se considera no obligatorio la formalización por parte del patrocinador o del cliente de cada uno de los entregables.

b. Solicitudes de cambio

Un punto importante es la acción a tomar cuando un entregable no es aceptado, como consecuencia surge la solicitud de cambio. Se considera obligatorio la solicitud de un cambio, así como su respectiva documentación; para esto se recomienda utilizar la plantilla de solicitud de cambios del cuadro 6.

c. Actualizaciones a los documentos del proyecto

Corresponde a una actualización a la documentación referente al producto. Para los proyectos de practicantes solo en caso de que exista un cambio aprobado el producto del proyecto será alterado.

4.1.2.2 Controlar el alcance

El objetivo principal de este proceso es el monitoreo del alcance y administrar los cambios a la línea base del alcance.

Entradas

a. Plan para la dirección del proyecto

Es requerido contar con la información de las líneas base y de diferentes planes de gestión con el fin de comparar con certeza el trabajo realizado. La información requerida es:

- Línea base del alcance
 - Declaración del alcance
 - Estructura de desglose de trabajo (EDT)
 - Diccionario de la EDT
- Plan para la gestión del alcance del proyecto
 - Auditorias
 - Requisitos
 - Criterios de aceptación
- Plan de gestión de cambios
 - Solicitud en las reuniones de avance
 - Aprobados por el director de proyectos
 - En caso de ser requerido debe ser consultado con el patrocinador del proyecto
- Plan gestión de requisitos
 - Auditorías
 - Matriz de rastreabilidad

b. Información sobre el desempeño del trabajo

Es **obligatorio** contar con un conocimiento del trabajo realizado en cuanto a entregables completos y el avance real de los que faltan. Por lo que para el control del alcance debe contarse con acceso a la base de datos donde se encuentra el trabajo realizado y la documentación respectiva del desarrollo del proyecto.

c. Documentación de requisitos

Como se mencionó anteriormente, es obligatorio que todos los involucrados en el proyecto conozcan los requisitos y restricciones del producto final. Anteriormente se citaron los requisitos de hardware, software y mecánicos.

d. Matriz de rastreabilidad

Anteriormente, en el cuadro 9 se presentó la matriz de rastreabilidad propuesta para el proyecto en cuestión.

Técnicas y herramientas

a. Análisis de variación

Consiste en un análisis de las causas del por qué existe una variación con la línea base del alcance, así como su grado de variación. Luego se deben tomar decisiones con respecto a acciones preventivas o correctivas. Para la propuesta es indispensable determinar la causa del por qué existe una variación entre lo planeado y lo obtenido, por lo que se recomienda utilizar alguna otra técnica en conjunto con el fin de determinar la causa raíz, se recomienda utilizar los diagramas de espina de pez para encontrar la causa original y además de completar el cuadro 10.

Cuadro 10. Plantilla de análisis de variación del alcance

ID	Entregable	Grado de variación	Causa	Acción

El ID corresponde a un consecutivo, el entregable es el código en la EDT, el grado de variación se establece por medio de las métricas y criterios de aceptación se le debe dar una calificación de 1 a 3 de acuerdo a las diferencias. La causa es la razón del por qué existe una variación y la acción corresponde al trabajo a realizar para prevenir o corregir la variación.

Salidas

a. Mediciones del desempeño del trabajo

Es una documentación respecto al desempeño del alcance, comparando desempeño real contra planeado. Además debe ser compartido con los interesados. Para efectos del proyecto se considera **no obligatorio** su desarrollo ya que este tipo de información se debe brindar en las reuniones de avance con el patrocinador del proyecto, por lo que no vale la pena invertir tiempo en la realización de un informe, ya que se cuenta con la documentación de todos los procesos anteriores.

b. Actualizaciones a los activos de la organización

Es vital la documentación de lecciones aprendidas, por lo que es **obligatorio** completar el documento de lecciones aprendidas una vez efectuada alguna acción o al haber obtenido algún resultado. El documento de lecciones aprendidas se aborda en el desarrollo del tercer de este documento.

c. Solicitudes de cambio

Anteriormente se mencionó que las solicitudes deben documentarse adecuadamente con el fin de respaldar el proyecto, por lo que es **obligatorio** documentar las solicitudes en caso de producirse, así como el uso de la plantilla del cuadro 6.

d. Actualizaciones para el plan de dirección del proyecto

Es **obligatorio** actualizar todas las líneas base en caso de producirse algún cambio.

e. Actualizaciones a los documentos del proyecto

Al igual que las líneas base, el resto de la documentación debe ser actualizada pertinentemente.

Con respecto a la administración del alcance los procesos relacionados con el control y seguimiento del proyecto no fueron desarrollados, lo cual perjudica el producto final obtenido. Para la propuesta final se pretende que los procesos relacionados con la administración del alcance sean desarrollados, por lo que en la figura 6 muestra las entradas obligatorias para el desarrollo de los procesos.

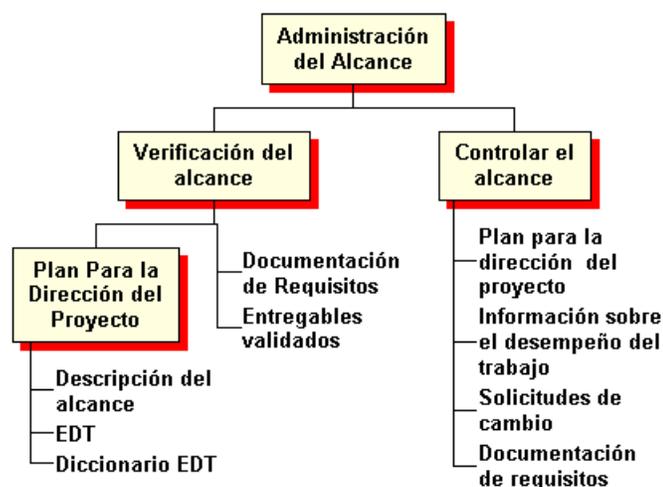


Figura 6. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración del alcance.

4.1.3 Administración del tiempo

4.1.3.1 Control del cronograma

Es el proceso mediante el cual se determina el estado real del cronograma, así como la gestión de los cambios necesarios para ajustar el cronograma.

Entradas

a. Plan para la dirección del proyecto

Como se ha mencionado, el plan para la dirección del proyecto contiene la manera de gestionar el cronograma así como la línea base del cronograma; información necesaria para efectuar un adecuado control del cronograma. La línea base del cronograma se genera una vez que se ha aprobado el cronograma por lo encargados del proyecto de esta manera se crea la referencia del tiempo. Esta entrada es **obligatoria** para la propuesta final. Para el proyecto actual se estimaron reuniones bisemanales con el fin de determinar el avance real.

b. Cronograma del proyecto

Es indispensable contar con un cronograma con todas las actividades por realizar, así como el estado de cada una de ellas. Es **obligatorio** tener documentado dicho cronograma. Para el proyecto en cuestión se desarrolló el cronograma con ayuda del software MS Project.

c. Información sobre el desempeño del trabajo

Es **obligatorio** contar con información acerca del trabajo realizado, las tareas completas y las que están en proceso. En el proyecto actual esta información es obtenida de las reuniones de revisión.

d. Activos de los procesos de la organización

Es **obligatorio** el uso de MS Project para el control del cronograma, ya que la compañía cuenta con licencia para este software.

Técnicas y herramientas

a. Revisiones de desempeño

Es una de las técnicas más reconocidas y de mayor relevancia, ya que permiten la comunicación entre los miembros del equipo, así como una adecuada perspectiva de cómo avanza el proyecto. Permite identificar las fechas reales de inicio y de finalización de las tareas, así como el porcentaje de avance real y el desempeño del equipo. Esta técnica fue aplicada al proyecto en cuestión, dando resultados aceptables, en comparación con los anteriores proyectos de practicantes donde no hubo un control y seguimiento del proyecto. Se propone mantener la misma estructura de estas revisiones, a continuación se describe la metodología.

- Reuniones los días martes.
- Revisión de las tareas que deberían estar terminadas hasta la fecha.
- Revisión de tareas por finalizar la semana de la reunión.

- Análisis de variación.
- Minuta

b. Software de gestión de proyectos

Para el proyecto se utiliza el MS Project de Microsoft, consiste en una herramienta de software para la gestión de proyectos en donde se pueden obtener múltiples controles. En la parte del cronograma se establecieron fechas de revisión, así como el porcentaje de avance para cada una de esas fechas, logrando una línea base de referencia. Además el software se utiliza para establecer la línea base, y luego poder ver las fechas reales de inicio y finalización de todas las tareas. El programa puede ser utilizado para generar informes, si así fuese requerido.

c. Análisis de variación

Es una técnica utilizada para medir el desempeño del cronograma, y cuál es la desviación con la línea base, además se encarga de determinar las causas de dicha desviación; para luego pensar en acciones preventivas o correctivas. Esta herramienta no fue utilizada en el proyecto. Esta técnica fue descrita anteriormente y se mencionó el uso en conjunto de los diagrama de pez o de causa-efecto con el fin de determinar la causa raíz de la variación. Además es conveniente tomar una acción ante una variación, puede ser preventiva o correctiva; además puede utilizarse la plantilla del cuadro 9 para documentar las variaciones del cronograma.

d. Análisis Qué pasa si...?

Es una técnica utilizada para redireccionar el cronograma, consiste en una valoración de diferentes escenarios del cronograma con el fin de obtener un análisis de las diferentes acciones propuestas para la modificación del cronograma. Esta técnica puede utilizarse en conjunto con el de análisis de variación, en el momento en que se requiere tomar una acción preventiva o

correctiva, ya que es conveniente analizar diferentes escenarios en caso de tomar alguna decisión.

Salidas

a. Mediciones del desempeño del trabajo

Los valores obtenidos de la variación del cronograma, así como el índice de desempeño del cronograma debe ser mostrado o informado a los interesados correspondientes. En este caso estos valores deben ser expuestos en las reuniones de revisión del patrocinador, por lo que **obligatorio** el cálculo, así como su respectiva documentación y distribución hacia el patrocinador. Posteriormente como parte del desarrollo del segundo objetivo se determina el cálculo de estas variables.

b. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Deben incluirse todas aquellas lecciones aprendidas en el ámbito del control del cronograma en este capítulo, por lo que es **obligatorio** su documentación.

c. Solicitudes de cambio

Es una consecuencia **obligatoria** de la revisión del cronograma, cuando existe algún desliz en la línea base deben generarse cambios para obtener el producto final a tiempo.

d. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Si existe una solicitud de cambio, es **obligatorio** la actualización de documentos como la línea base del cronograma, plan de gestión del cronograma y la línea base de costo, puesto que cualquiera de estos documentos puede verse afectado con la generación de un cambio.

e. Actualizaciones a los documentos del proyecto

Al igual que el punto anterior, de existir un cambio es **obligatorio** documentar y actualizar los archivos afectados o generados, en este caso pueden ser datos del cronograma o el mismo cronograma.

En el proyecto analizado, el control del cronograma, fue uno de los procesos a los que más énfasis se prestó, sin embargo existen muchos otros procesos, o entradas, técnicas y salidas que no fueron desarrollados oportunamente. En la figura 7 se muestran la entradas de carácter **obligatorias** para efectuar un control del cronograma oportuno.

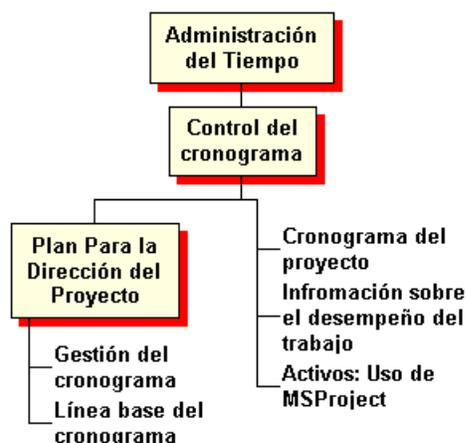


Figura 7. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración del tiempo.

4.1.4 Administración de costos

4.1.4.1 Control de costos

Como su nombre lo indica maneja los aspectos relacionados con el presupuesto, el desempeño en la utilización del dinero y las desviaciones que podría tener con respecto a la línea base del presupuesto.

Entradas

a. Plan para la dirección del proyecto

Como se ha mencionado anteriormente es **obligatorio** contar con alguna referencia a la hora de comparar un desempeño por lo que debe elaborarse la línea base del desempeño de costos, además del plan de gestión de costos, que describirá la manera en la que se administraran los costos en el proyecto. Para el proyecto en cuestión esta entrada no fue elaborada, ya que se desconocía el presupuesto, sin embargo es obligación del administrador de proyectos discutir este tema con el patrocinador del proyecto, de manera tal que se esclarezca desde un inicio el presupuesto con el que se cuenta, así como una adecuada estimación de los costos del proyecto. Como propuesta se establece que para obtener un presupuesto debe de estimarse el valor paquetes de trabajo que contemplen varias actividades de la EDT, luego deben descomponerse los costos en cada una de las actividades asociadas a los paquetes de trabajo. Para la estimación se puede recurrir al juicio de expertos, en este punto la compañía cuenta con personal capacitado que han participado en proyectos de tecnología, por lo que en aspectos de costos de diversos trabajos pueden colaborar.

b. Información sobre el desempeño del trabajo

Corresponde a la información de los entregables concluidos y el estado actual del resto de entregables, así como de los gastos incurridos en el desarrollo de cada uno de estos entregables. Es vital contar con un informe que muestre el estado actual de los gastos. Por lo tanto es **obligatorio** la generación de este tipo de informes. Para el proyecto en análisis no se documentó el desempeño de costos por lo que los gastos no fueron controlados, sin embargo es las reuniones bisemanales se determinaban los gastos generados y luego eran informados al patrocinador. Para la propuesta final se pretende controlar todos los gastos incurridos en el proyecto, por lo que propone utilizar la plantilla del cuadro 11 con

el fin de documentar cada uno de los gastos, se utiliza como ejemplo los circuitos impresos adquiridos, así como uno de los componentes.

Cuadro 11. Plantilla para el control de costos.

Cantidad	Descripción	Suplidor	Orden de compra	Precio Unitario	Costo Total
2	PCB	sunstone	809579	\$495	\$990
2	Convertidor digital-analógico	mouser	879045	\$15.84	\$31.68

Técnicas y herramientas

La compañía no cuenta con algún activo que afecte el control de costos.

Existen múltiples herramientas y técnicas matemáticas y probabilísticas con las que se puede controlar y determinar proyecciones en el costo. Una de las técnicas más conocidas es la del valor ganado, esta herramienta será detallada más adelante cuando se describan las herramientas a utilizar en la propuesta final.

a. Gestión del valor ganado

Es una herramienta que basa su funcionamiento en el valor planeado, el costo real y el valor ganado. El valor planeado es la estimación inicial hecha de los costos, el costo real es el monto realmente gastado en la ejecución del proyecto, y el valor ganado es el costo efectivo del avance del proyecto. Con estos tres parámetros se pueden brindar un buen análisis de rendimiento y de proyecciones tanto para costo como para el cronograma. Esta herramienta será detallada en una sección posterior, ya que se establece como **obligatoria** su utilización.

b. Revisiones de desempeño

En las reuniones se compara el desempeño alcanzado con el planeado, de esta forma se pueden generar cambios e informes para los involucrados. Las reuniones deben mantener la estructura que anteriormente se detalló.

Salidas

a. Mediciones del desempeño del trabajo

Dentro de los informes de desempeño deben incluirse los datos de varianza, así como los índices de desempeño el cronograma y del presupuesto, para luego informarlos a todos involucrados en el proyecto. Como se mencionó, luego la

herramienta de valor ganado será desarrollada con lo que las proyecciones y variaciones deben ser estimadas.

b. Proyecciones del presupuesto

Deben calcularse las proyecciones del presupuesto con el fin de determinar las acciones a tomar, además deben ser comunicadas a los interesados.

c. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Es importante actualizar las lecciones aprendidas en caso de que se identifique algún detalle que logré un mejor entendimiento en la gestión de costos del proyecto.

d. Solicitudes de cambio

Al existir variaciones en el presupuesto nace como consecuencia los cambios en el proyecto, por lo que las solicitudes de cambio deben documentarse y analizarse oportunamente.

e. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

En muchas ocasiones las estimaciones iniciales no corresponden al verdadero gasto incurrido, por lo que suele actualizarse el plan para la dirección de proyectos con el fin de proporcionar una comparación apegada a la realidad del proyecto.

f. Actualizaciones a los documentos del proyectos

Al generarse cambios en un proyecto suelen modificarse algunos documentos relacionados con los costos, por lo que es **obligatorio** modificar los documentos pertinentes en el proyecto.

El control de los costos es uno de los más importantes dentro de la compañía, sin embargo para este proyecto no fue desarrollada ninguna de las técnicas

presentadas ya que no se contó con las entradas para este proceso. En esta ocasión es **obligatorio** llevar a cabo un adecuado control de costos, así como su información a todos los interesados. Por esta razón las entradas para este proceso son de gran importancia para el proceso, en la figura 8 se muestran las entradas obligatorias para la implementación de este proceso.



Figura 8. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de costos.

4.1.5 Administración de la calidad

4.1.5.1 Control de calidad

Este proceso es uno de los de mayor importancia dentro de la compañía, ya que garantiza la calidad del producto final entregado, el cual ha sido el lunar en los anteriores proyectos. En este proceso se monitorean y documentan los resultados de las acciones para el control de calidad, con esto se evidencia el desempeño del equipo y se sugieren cambios cuando el proyecto se aleja del plan.

Entradas

a. Plan para la dirección del proyecto

Este plan debe describir la forma en que se ejecutará el control de calidad, por lo que para la propuesta final esta entrada es **obligatoria**, ya que planear con anticipación la manera de controlar la calidad. Para la propuesta el plan de gestión de calidad debe contener:

- Métricas de calidad
- Técnicas a utilizar
- Fechas de revisión

b. Métricas de calidad

Consiste en definir todas las variables que van a ser medidas y proporcionarles una tolerancia de aceptación, por lo que puede tratarse de costo, tiempo, fallos, fiabilidad, entre otras. De esta manera la persona encargada de controlar la calidad podrá medir y observar desviaciones de las tolerancias; en otras palabras las métricas representan una línea base de aceptación de diferentes variables. Es vital contar desde un inicio cuáles variables se desean medir por lo que esta entrada es de carácter **obligatorio**. En el cuadro 12 se muestran las métricas de calidad propuestas para el proyecto.

Cuadro 12. Métricas de calidad propuestas para el proyecto.

Variable	Métrica
Tiempo de entrega	Retraso < 10% duración
Costo de paquetes de trabajo	Sobrecosto < 15% estimado
Medición de tensión eléctrica	± 0.005 mV
Medición de corriente eléctrica	± 0.5 nA
Medición de tiempo	± 0.01 μ s
Medición de resistencia	± 0.0005 Ω
Desviaciones con respecto a la referencia (L621)	5%

c. Listas de control de calidad

La lista consiste en una verificación de un proceso establecido para alcanzar algo. Aunque la lista suele utilizarse en el control de la calidad, por el tipo de proyecto y la cultura de la compañía se deja a criterio de los estudiantes el proceso a seguir para elaborar los entregables. Por supuesto que existe un entrenamiento previo al inicio del proyecto, en donde se mencionan aspectos que deben considerar o pasos a seguir para lograr un entregable o una tarea, sin embargo se considera **no obligatorio** contar con una lista de control de la calidad.

d. Mediciones del desempeño del trabajo

Las mediciones de desempeño brindan un panorama del trabajo en el proyecto, y se utilizan para crear métricas de actividad en el proyecto. Es **obligatorio** contar con métricas de desempeño, por ejemplo las utilizadas en el cuadro 12 anteriormente mostrado.

e. Solicitudes de cambio aprobadas

No es posible controlar la calidad si existe algún cambio aprobado para alguno de los entregables, por lo que se considera **obligatorio** contar con la información de los cambios aprobados, de esta forma se consigue evaluar eficientemente la calidad. Para el proyecto en ejecución los cambios no fueron documentadas, lo que evidentemente termina por perjudicar el control de la calidad.

f. Entregables

Es la materia prima para este proceso, un entregable es un elemento tangible que se utiliza como producto, servicio, que debe obtenerse para cerrar un proceso, una fase o el mismo proyecto. Es **obligatorio** contar con los entregables aprobados.

Técnicas y herramientas

a. Diagramas de causa-efecto

Son conocidos como diagrama de pez porque su esquema final asemeja la forma de un pez, suelen utilizarse para llegar a la causa raíz de alguna solución, de esta manera se escriben las causas posibles de un efecto. Suele utilizarse la pregunta por qué? y cómo? Con el fin de llegar al fondo de una situación. Esta técnica se puede utilizar, como se ha mencionado, en conjunto de un análisis de variación con el fin de determinar la causa de la desviación con lo planeado. La idea principal de utilizar esta herramienta es encontrar por qué no se obtiene la calidad deseada en el producto o entregable, de esta manera se pretende encontrar la causa y poder atacarla directamente.

b. Diagramas de flujo

Suelen utilizarse para ejemplificar algún proceso que debe ser seguido, de esta manera se logra evidenciar de una forma más sencilla el proceso, permitiendo mejorar las actividades de dicho proceso. Para el proyecto en cuestión puede utilizarse el diagrama de flujo para determinar el proceso de medición del sistema desarrollado, con el fin de establecer la mejor forma en la que deben medirse las variables eléctricas.

c. Histogramas

Consiste en un gráfico de barras utilizado para mostrar la frecuencia de ocurrencia de algo que pueda variar. Funciona cuando se desea obtener la principal causa de variación de algún parámetro. Como parte de las pruebas de validación del sistema es conveniente utilizar el histograma donde se muestra la frecuencia con la que alguna medida desarrollada no cumpla con las tolerancias adecuadas, de esta forma se puede obtener el escenario raíz donde ocurre el problema, y de esta forma determinar la causa del fallo.

d. Diagrama de Pareto

Al igual que el histograma es un gráfico de barras que permite evidenciar la frecuencia de ocurrencia, sin embargo, suele ordenarse de forma descendente. Además al ordenar por categoría permite clarificar las acciones correctivas necesarias.

Salidas

a. Mediciones de control de calidad

Corresponden a la documentación respectiva del control de calidad, es decir, es la prueba documentada de los resultados de las actividades del control de la calidad. Debido a las diferentes entradas obligatorias para la propuesta final, la generación de este tipo de resultados debe ser obligatoria, sin embargo no se debe invertir tiempo para utilizar algún formato en especial, basta con mantener la documentación necesaria para evidenciar el proceso de control de calidad, por ejemplo: gráficos, listas, requisitos, entre otros. Se deben incluir las mediciones de las métricas, así como los gráficos obtenidos de la etapa de validación.

b. Cambios validados

Al existir las solicitudes de cambios como entradas debe generarse una serie de cambios validados como su resultado, sin embargo estos cambios deben ser revisados como proceso del mismo control de la calidad; para la propuesta final es necesario documentar todos aquellos cambios aprobados con el fin de notificar oportunamente y justificar los resultados del producto.

c. Entregables validados

Es uno de los puntos fuertes del control de la calidad, ya que determina si los entregables finales cumplen o no con los requisitos de calidad, que a su vez cumplen con los requisitos del cliente establecidos previamente. Para la propuesta

final es necesario validar todos los entregables comparando con las métricas establecidas y los requisitos de calidad.

d. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Es indispensable mantener el capítulo de lecciones aprendidas actualizado, con el fin de generar la mayor cantidad de conocimiento posible para un futuro proyecto. Para el proyecto desarrollado este capítulo contiene poca información, por lo que se insta, como parte de la propuesta final, a agregar las lecciones necesarias en cada uno de los procesos, y esto debe ser parte de la cultura del equipo de trabajo cada vez que se aprende una lección.

e. Solicitudes de cambio

Por supuesto que al controlar la calidad del proyecto es probable contar con una serie de anomalías las cuales deben ser reorganizadas mediante acciones preventivas o correctivas, así como la reparación de defectos, así que los cambios requeridos deben ser generados como ya se mencionó en el control integrado de cambios y utilizando la respectiva plantilla.

f. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Dado el proceso de control pueden surgir cambios o diferencias con respecto a lo establecido inicialmente, por lo que documentos como el plan de gestión de la calidad puede ser modificado en el desarrollo del proyecto.

g. Actualizaciones a los documentos del proyecto

Otros documentos pueden ser actualizados al efectuar el control de la calidad, por ejemplo: los estándares de calidad pueden modificarse debido a un cambio aprobado con algún entregable.

El control de la calidad es uno de los de mayor importancia para los proyectos dentro de Teradyne, máxime que se ha generado una mala expectativa alrededor de los proyectos de los estudiantes. Para la propuesta final es indispensable la creación de un plan para llevar a cabo el control de calidad donde pueden tomarse en cuenta aspectos como: tiempo de desarrollo, costo del producto; en caso de un desarrollo de hardware, cantidad de componentes, tecnología de componentes, enrutamiento de los componentes. En caso de software, desarrollo de funciones, diagramas de flujo, declaración de variables, entre otros. En la figura 9 se muestran las entradas obligatorias para efectuar correctamente el control de la calidad.

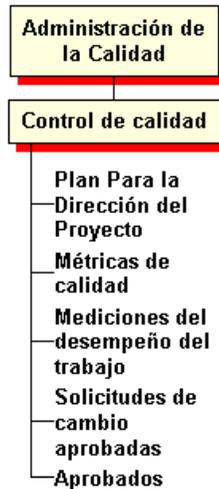


Figura 9. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de calidad.

4.1.6 Administración de las comunicaciones

4.1.6.1 Informar el desempeño

Mantener al patrocinador informado con el desempeño o rendimiento del proyecto es una las principales tareas del administrador de proyectos.

Entradas

a. Plan para la dirección del proyecto

Para poder elaborar un informe de desempeño adecuado es vital contar con la referencia del proyecto, y el plan contiene información valiosa de este tipo. Es **obligatorio** contar con el plan como entrada para la elaboración de informes y luego para poder distribuir la información correctamente. Anteriormente se ha mencionado los puntos que debería incluir el plan del proyecto.

b. Información sobre el desempeño del trabajo

Es **obligatorio** contar con la información que se desea distribuir, ya sea con el producto generado, el avance en el cronograma y los gastos del proyecto. Esta información puede ser recolectada de los procesos anteriores analizados.

c. Mediciones del desempeño del trabajo

Parte de la información que se debe distribuir es el desempeño de costos, tiempo y calidad, por lo que es **obligatorio** contar con esta información, que previamente fue descrita en los diferentes procesos.

d. Proyecciones del presupuesto

Otro punto importante a comunicar son las estimaciones, ya que brindan el panorama futuro dentro del desarrollo del proyecto. Es **obligatorio** contar dichas estimaciones.

Técnicas y herramientas

a. Análisis de variación

Esta técnica se utiliza con el fin de generar conclusiones después de que existan diferencias entre las líneas bases con los desempeños reales, de esta forma se genera información valiosa para los involucrados en el proyecto. Se puede utilizar en conjunto con los diagramas de causa-efecto con el fin de establecer la causa raíz de las variaciones. Para esta instancia ya está herramienta se desarrolló en los otros procesos, por lo que no es necesario volver a ejecutarla.

b. Métodos de proyección

Es vital que a la hora de informar el desempeño, de informe sobre el panorama futuro y que camino tomará el proyecto, por esta razón los métodos de proyección tratan la estimación como su principal técnica. Para la propuesta final las proyecciones se basan en la técnica del valor ganado, que luego será tratada.

c. Métodos de comunicaciones

Corresponde a la forma en cómo se distribuye la información del desempeño. Para el proyecto en cuestión se recomiendan reuniones mensuales entre el director del proyecto y el patrocinador del proyecto, y se debe mantener una comunicación interactiva de esta forma cada una de las partes queda claro en los puntos establecidos. A continuación se muestra la distribución de información y los grupos de interesados a los que se deben incluir.

Cuadro 13. Comunicaciones en el proyecto.

Frecuencia	Tipo de información	Interesados
Bisemanal	Comprobar avance	Grupo de trabajo
Mensual	Informar desempeño	Director del proyecto con patrocinador
2 veces: mitad del progreso y final del proyecto	Informes técnicos	Área técnica involucrada

d. Sistemas de informes

Es una herramienta para estandarizar la forma en cómo se presentan los informes por parte del director del proyecto. Contiene información de costos, cronogramas y desempeño del proyecto.

Salidas

a. Informes de desempeño

Los informes de desempeño muestran de manera ordenada la información requerida por cada uno de los interesados. Es decir, en este proceso se debe conocer con certeza a quién se dirige la información para lograr un adecuado entendimiento del trabajo realizado. Para los proyectos en Teradyne existen dos tipos de informes que deben ser presentados, uno es para el patrocinador del proyecto, que contará con información de costos, cronogramas y entregables. El otro informe, será una presentación para un sector de los interesados, supervisor del área en la que se desarrolla el proyecto, técnicos del área e ingenieros del área, y la presentación debe incluir detalles técnicos del desarrollo de hardware y software, demostración de hitos relevantes, costos y cronograma.

b. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Como se ha mencionado anteriormente, las lecciones aprendidas deben documentarse lo referente a las comunicaciones, como tipo de información, inclusión de otros interesados, etc.

c. Solicitudes de cambio

Al presentar los informes a los diferentes grupos de interesados es normal que se generen solicitudes de cambio las cuales serán procesadas por el control integrado de cambios.

En el proyecto actual, para la información del desempeño se establecieron reuniones mensuales con el patrocinador del proyecto, donde se mostraban hitos, entregables, información de desempeño de cronograma. La información de costos no pudo ser proporcionada ya que desde un inicio no se estimaron los costos, dificultando la utilización de herramientas para el desempeño de costos. Sin embargo los gastos incurridos en la ejecución del proyecto son presentados. Para el otro grupo de interesados, se prepara una presentación con el fin de conozcan del proyecto y se establecen dos reuniones durante el ciclo de vida del proyecto; la primera se realiza a la mitad del proyecto y la segunda al final, en donde se exponen detalles técnicos, cronograma y gastos incurridos. Para la propuesta final es indispensable mantener este tipo de comunicaciones por lo que se establecen como obligatorias las entradas que se muestran en la figura 10.



Figura 10. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de las comunicaciones.

4.1.7 Administración de los riesgos

4.1.7.1 Seguimiento y control de riesgos

Este proceso desarrolla actividades para rastrear los riesgos encontrados, identificar nuevos riesgos y evaluar que tan eficiente ha resultado ser las acciones tomadas ante los riesgos. En palabras sencillas se desea revisar los riesgos que se identificaron, asegurar que los supuestos planteados siguen siendo válidos y en caso de que se hayan disparado asegurarse que la acción prevista está siendo ejecutada, y también la identificación de nuevos riesgos ante cambios en el desarrollo del proyecto.

Entradas

a. Registro de riesgos

Es indispensable contar con los registros, las acciones, los encargados y los supuestos establecidos inicialmente para los riesgos. Es **obligatorio** contar un registro de riesgos previamente desarrollado. Para el registro de riesgos se propone la utilización de la siguiente plantilla.

Cuadro 14. Plantilla para el registro de riesgos.

Número	Código	Causa	Descripción del riesgo

Número: corresponde al consecutivo de cada uno de los riesgos.

Código: existen 4 tipos de códigos que pueden ser utilizados:

- RA: riesgo de administración de proyectos
- RE: riesgo externo
- RO: riesgo organizacional
- RT: riesgo técnico

Causa: corresponde a la causa raíz del riesgo.

Descripción del riesgo: corresponde a una breve especificación de los riesgos, además para esto debe utilizarse el siguiente metalenguaje. Si **<evento o condición de incertidumbre>** debido a **<causas>** puede **<impacto positivo o negativo>**.

Después de obtener los riesgos, para la propuesta final se debe obtener el análisis cualitativo, que corresponde a un análisis y cálculo de la probabilidad de ocurrencia y del impacto que puede tener en el proyecto de darse el riesgo. Al cuadro anterior, pueden agregarse tres columnas más, una de probabilidad, otra de impacto y la última la de la relación entre ellos, mejor conocida como matriz PXI.

Para la propuesta se establecen los siguientes criterios en cuanto a probabilidad e impacto.

Cuadro 15. Criterios para rango de la probabilidad.

Probabilidad	Valor
Muy probable	0.9
Bastante probable	0.7
Probable	0.5
Poco probable	0.3
Muy poco probable	0.1

Cuadro 16. Criterios para rango del impacto.

Impacto	Valor
Muy alto	0.8
Alto	0.4
Moderado	0.2
Bajo	0.1
Muy bajo	0.05

Ahora, al combinar estos dos valores, permite estimar la matriz PXI para cada uno de los riesgos, posteriormente se pueden priorizar los riesgos de acuerdo al valor adquirido por la matriz de PXI.

Cuadro 17. Matriz PXI para la propuesta final.

Alto	0.99-0.50
Moderado	0.49-0.20
Bajo	0.19-0.01

b. Plan para la dirección del proyecto

Contiene al plan de gestión de riesgos en donde se encuentra información acerca de cómo se manejarán los riesgos, es decir, la asignación de recursos y de tiempo. Debido a la naturaleza del proyecto y los recursos disponibles es obligación de todo el grupo de trabajo generar los documentos y ejecutar los procesos de la gestión de riesgos. Los procesos que deben desarrollarse son, la búsqueda de riesgos, análisis cualitativo y cuantitativo, generación del plan de contingencias, seguimiento de los riesgos, búsqueda de nuevos riesgos.

c. Información sobre el desempeño del trabajo

Es un requisito **obligatorio** contar con información acerca del avance del proyecto en cuanto a los entregables, el avance del cronograma y los costos incurridos, de esta manera funciona como referencia para ubicar nuevos riesgos o para cerrar otros. Toda esta información debe estar desarrollados con los procesos anteriores.

d. Informes de desempeño

Los informes de desempeño muestran la efectividad del grupo de trabajo y al igual que el punto anterior es indispensable para mantener una referencia y lograr identificar nuevos riesgos. Esta entrada es considerada **obligatoria** para efectuar un efectivo control y monitoreo de riesgos.

Técnicas y Herramientas

a. Reevaluación de los riesgos

Esta herramienta es utilizada para volver a estudiar los riesgos identificados previamente, la identificación de nuevos riesgos y el cierre de riesgos que ya no tiene posibilidad de ocurrencia. Generalmente se utiliza en las reuniones de revisión de avance. Para el proyecto en cuestión, las reuniones son bisemanales y en cada una de ellas se repasan los riesgos con el fin de establecer el estado y se identifican nuevos riesgos.

b. Auditorías de los riesgos

Las auditorías tiene como principal objetivo evaluar la eficiencia en cada una de las respuestas ante los riesgos y deben ser efectuadas con cierta frecuencia. El formato y la cantidad de veces que debe realizarse la auditoría debe ser establecido desde el inicio del proyecto.

c. Análisis de reserva

Corresponde a un análisis numérico relacionado con las contingencias planeadas y los riesgos disparados en el proyecto, de esta manera se identifica la cantidad de contingencia restante para el proyecto. Esta herramienta presenta una importancia alta por lo que para la propuesta final debe ejecutarse. Se deben analizar los riesgos establecidos, y de acuerdo al estatus de cada uno de los riesgos se logra estimar que porcentaje de las contingencias se ha consumido. Por último se debe crear un documento que mencione el porcentaje de las contingencias consumido.

Para la propuesta final debe contarse con el análisis cuantitativo de los riesgos, para esto se utiliza la técnica conocida como el Valor Monetario Esperado, que corresponde a la sumatoria de productos entre un valor estimado (de costo o

tiempo) contra un la probabilidad de ocurrencia del evento (probabilidad de costo y de tiempo). Es importante recalcar que las reservas deben calcularse únicamente para los riesgos que son aceptados y no para aquellos que involucren una estrategia de acción preventiva. A continuación se presenta el cuadro utilizado para la propuesta en la planificación de respuesta a los riesgos.

Cuadro 18. Plantilla de planificación de respuesta a los riesgos.

Estrategias y acciones preventivas	Contingencias y respaldos	Reservas estimadas		Disparador	Responsable	Exposición al riesgo (VME)	
		T	\$			T	\$

Esta plantilla debe utilizarse en conjunto con la plantilla 14, la de registros de riesgos, con el fin de interpretar adecuadamente cada una de las acciones para los riesgos. En cuanto a la columna de estrategias y acciones preventivas es necesario su selección, las posibles acciones son: Eliminar/Explotar, Mitigar/Mejorar, Transferir/Compartir y Aceptar. Exceptuado la estrategia de aceptar, es necesario detallar las acciones que respalden cada una de las estrategias seleccionadas.

En caso de que la estrategia seleccionada sea Aceptar, se debe utilizar la columna de contingencias y respaldos, indicando las actividades o acciones que se ejecutarán en caso de que el riesgo ocurra. Existe la posibilidad de utilizar esta columna con cualquier otra estrategia para indicar una acción o tarea en caso de que la acción escogida previamente funciona incorrectamente.

En la columna se reservas estimadas se debe agregar el monto en tiempo y costos, estimados que se utilizan luego para el cálculo del valor monetario esperado. En la columna del disparador se agrega el evento o señal de que el riesgo se va a dar.

En la columna de responsable se incorpora el encargado de la ejecución de las acciones establecidas, puede ser un miembro del equipo o una organización.

En cuanto a la columna de exposición al riesgo se debe estimar el valor monetario esperado para cada uno de los riesgos aceptado o que contengan un plan B o acción de respaldo, el resultado se obtiene del producto de la columna de reservas estimadas y las probabilidades de costos y tiempos, y luego sumando estos resultados.

Es importante concluir que las acciones que tengan relación con las estrategias de eliminar/explotar, mitigar/mejorar y transferir/compartir deben incorporarse al cronograma, a la EDT, al presupuesto, entre otros con el fin de que formen parte de las líneas base del proyecto. Luego, para los riesgos aceptados o acciones de respaldo se debe habilitar en el cronograma las reservas para contingencias.

d. Reuniones sobre el estado del proyecto

Corresponde a la asignación de tiempo durante las reuniones de revisión del proyecto al seguimiento de los riesgos, en otras palabras consiste en dedicar tiempo en las reuniones de revisión con el fin de generar una cultura que facilite luego la determinación de riesgos.

Salidas

a. Actualizaciones al registro de riesgos

Como resultado de una reevaluación de riesgos y de identificación es **obligatorio** que el registro de riesgos sea actualizado con sus respectivas acciones y propietarios.

b. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

El conocimiento adquirido en la gestión de riesgos debe ser considerado para los futuros proyectos, por lo el documento de lecciones aprendidas debe ser actualizado en cuanto se genere alguna información valiosa para el futuro.

c. Solicitudes de cambio

Al determinar nuevos riesgos en la reevaluación de riesgos, así como su respectivo análisis cuantitativo y cualitativo pueden generar solicitudes de cambios para el proyecto.

d. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Al generarse solicitudes de cambio, estos pueden o no ser aceptados por lo que podrían requerir de una actualización en el plan para la dirección del proyecto, específicamente la parte de gestión de riesgos.

e. Actualizaciones a los documentos del proyecto

Al igual que el punto anterior, algunos cambios pueden afectar documentación en el proyecto, como es el caso de los supuestos utilizados inicialmente los cuales pueden variar de acuerdo a los cambios aprobados.

Para el control y monitoreo de riesgos en el proyecto desarrollado, se efectuaron como parte de las reuniones bisemanales, sin embargo no se realizó una nueva identificación de riesgos durante las reuniones, por lo que para la propuesta final se debe dedicar tiempo suficiente para desarrollar las entradas declaradas obligatorias (principalmente registro de riesgos, análisis cualitativo y cuantitativo), así como realizar este mismo proceso en cada una de las reuniones de revisión con el fin de lograr un control adecuado de los riesgos. La figura 11 muestra las entradas obligatorias para el proceso de control y monitoreo de riesgos.



Figura 11. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de los riesgos.

4.1.8 Administración de las adquisiciones

4.1.8.1 Administración del procuramiento

Básicamente trata la gestión de todas las adquisiciones, se deben monitorear los contratos y efectuar los cambios y las correcciones en el momento oportuno.

Entradas

a. Documento de la adquisición

Contiene la información relevante al trabajo pretendido y al contrato con el proveedor, generalmente para este tipo de proyecto realizado en Teradyne las adquisiciones suelen ser en el extranjero, ya que se trata de componentes electrónicos y de la fabricación de circuitos impresos, que normalmente no se consiguen en Costa Rica. Por esta razón esta entrada es **no obligatoria** para el desarrollo del control y seguimiento de las adquisiciones. Las adquisiciones dentro de este tipo de proyectos corresponde a compra de componentes en suplidores como digikey, mouser, etc, por lo que no es necesario algún tipo de contrato o algo parecido; además las compras son efectuadas por el departamento de

compras de la compañía. Así que el control va dirigido hacia el departamento de compras con el fin de obtener los productos requeridos y los tiempos establecidos de entrega. Se propone el cuadro 11 anteriormente citado, para el control de costos, además con revisiones semanales del estado de las compras con el fin de brindar seguimiento a los tiempos de espera.

b. Plan para la dirección del proyecto

Describe cómo se administrará todos los procesos para las adquisiciones, desde la documentación para solicitar una adquisición hasta el final del contrato. Como se ha mencionado anteriormente debido a la naturaleza de los proyectos y de los tipos de compras no se lleva a cabo ningún contrato, sin embargo es importante contar en el plan para la dirección del proyecto con una sección donde se indique como se efectuará el proceso de compra, ya que para esto debe utilizarse uno de los activos de la compañía, un software que permite colocar las órdenes de compra para que el departamento de compras ejecute el trabajo. Esta entrada es **obligatoria**.

c. Contrato

Como se ha mencionado por la naturaleza del proyecto se considera **no obligatorio** contar con esta entrada. La metodología es realizar las compras de los componentes necesarios mediante el uso de internet.

d. Informes de desempeño

Esta entrada es **no obligatoria** ya que el tipo de proyecto no exige un informe para los proveedores.

e. Solicitudes de cambio aprobadas

Las solicitudes de cambios aprobadas son **obligatorias** para este proceso, ya que durante la ejecución del proyecto pueden surgir cambios en las compras, no obstante, esto no debería afectar ningún contrato.

f. Información sobre el desempeño del trabajo

Es información referente a lo que el proveedor pueda brindar, sin embargo, en el caso de la compañía, únicamente es **obligatorio** archivar las facturas de todas las compras.

La mayoría de actividades en el proceso de adquisiciones hacen referencia a los contratos que se manejan con los proveedores, sin embargo como se ha mencionado por el tipo de proyecto, dentro de la compañía no se manejan contratos con proveedores, únicamente se realizan compras mediante internet a proveedores internacionales, por esta razón la única herramienta o técnica que se puede utilizar es la de solicitar un seguimiento al departamento de compras. Además no existe ninguna relación con algún contrato lo que facilita este proceso, como dato o documentación importante se debe documentar todas las compras realizadas, así como las respectivas facturas proporcionadas por los proveedores.

Salidas

a. Documentación de la adquisición

Tal y como se mencionó, en la documentación final deben aparecer la órdenes de compra realizadas, así como su respectiva factura comercial y la plantilla del cuadro 11 completa.

b. Solicitudes de cambio

Al dar seguimiento a las adquisiciones pueden surgir cambios que deben ser documentados e informados, de esta manera de existir algún cambio deseada debe indicarse inmediatamente.

c. Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Debe actualizarse el plan de gestión de adquisiciones en caso de aprobarse algún cambio solicitado, además es vital actualizar la línea base del cronograma cuando surge algún retraso con las compras.

En resumen, este proceso no demanda gran esfuerzo en cuanto al monitoreo y control, sin embargo no es posible eliminarlo del todo, ya que es vital la información y documentación que puede generarse de él. Gracias al proceso que maneja la compañía y a lo no dependencia de proveedores es factible garantizar que este proceso no demanda mayor dificultad. En la figura 12 se muestran las entradas obligatorias al proceso.

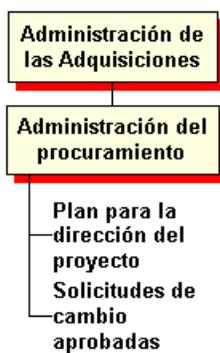


Figura 12. Procesos y actividades obligatorias a desarrollar como entradas para el control y seguimiento del proyecto en la administración de las adquisiciones.

4.2 Herramientas propuestas para el caso seleccionado

4.2.1 Herramienta 1: Valor Ganado

Se selecciona para la propuesta final del proyecto el valor ganado (VG). La razón principal de escogencia es que esta herramienta puede utilizarse para la medición del alcance del proyecto, el cronograma y el presupuesto. Esta herramienta facilita la comprensión del desempeño real del equipo de trabajo, así como del avance en las tareas del cronograma y los costos que dichos avances generan. Además es una forma sencilla de detectar tiempos para solicitar cambios y centralizar atención en áreas específicas. Técnicamente corresponde a una gráfica de costos vs tiempo, en donde mantiene una línea base que permite ser comparada. Para entender el valor ganado es necesario antes entender los siguientes conceptos.

- Valor planeado (VP)

Es el costo estimado de las actividades por realizar en el proyecto, por lo que se obtiene una gráfica creciente que establece progresivamente todo el presupuesto a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

- Valor ganado (VG)

Es el costo del trabajo efectivo realizado hasta la fecha donde se realiza el corte. Es decir, este monto nos indica únicamente las tareas completas del cronograma y no los costos adicionales que estas pudieran generar, por ejemplo: al repetir dos veces una misma actividad del cronograma debido a que la primer vez no salió como se esperaba, el valor ganado solo contempla el costo de una actividad, ya que efectivamente solo se realizó el trabajo de una tarea.

- Costo Real (CR)

A diferencia del VG el costo real si representa el total de los costos incurridos para llevar a cabo el cronograma, así en el ejemplo anteriormente citado el CR corresponde al costo generado por realizar dos veces una misma tarea.

Con estos tres conceptos se identifica si un proyecto se encuentra atrasado o adelantado con respecto al cronograma y además si se encuentra sobre o bajo el presupuesto. Es importante mencionar que los valores de VP y CR deben ser

comparados siempre contra el valor ganado y nunca entre ellos. La comparación del VG contra el VP brinda la situación actual del cronograma, mientras que la comparación del CR contra el VG brinda el estado del presupuesto. En la gráfica de la figura 13 se muestra un ejemplo de la gestión del valor ganado.



Figura 13. Gráfica de valor valor ganado (VG), valor planeado (VP) y costo real (CR).

En la gráfica anterior se muestra como el valor planeado (color azul) se encuentra por encima del valor ganado (color rojo), lo que quiere decir que para la fecha del corte (cerca a abril) el trabajo efectivo realizado es mucho menor que el trabajo estimado, por lo que se concluye que el proyecto se encuentra atrasado con en el cronograma. Por otro lado, el costo real (color verde), se encuentra por encima del valor ganado, lo que indica que el gasto total fue mayor al que efectivamente debería poseer, en otras palabras el proyecto se encuentra sobre el presupuesto. Además de estos tres parámetros existen datos que pueden ser extraídos, entre ellos:

- Varianza del cronograma (SV)

Permite visualizar en un número el desempeño del cronograma. Indirectamente en el ejemplo anterior fue calculada, ya que su fórmula corresponde a la resta entre el valor ganado y el valor planeado. Si el valor de la resta es menor a cero indica un retraso, si es igual a cero indica que está acorde el cronograma y si es mayor que cero indica un adelanto. La varianza del cronograma puede ser expresada en porcentaje, de esta forma se determina el porcentaje real de atraso o adelanto.

$$SV = VG - VP$$

$$\%SV = SV / VP$$

- Varianza del costo (CV)

Corresponde a una medida del desempeño del costo en un proyecto. Corresponde a la diferencia del valor ganado y el costo real. Si el resultado es menor a cero indica que se gastó más de lo establecido, si es igual a cero implica acorde al presupuesto y si es mayor a cero indica que se ha gastado menos de lo que se debería.

$$CV = VG - CR$$

$$\%CV = CV / VG$$

- Índice de desempeño del cronograma (IDS)

Corresponde a una medida del avance en términos del cronograma en comparación con el avance planeado. Suele ser utilizada en conjunto con el índice de desempeño de costos para brindar estimaciones de posibles fechas de conclusión. Cuando el IDS es menor a 1 implica que el trabajo realizado es menor al planeado, mientras que si el IDS es mayor a 1 indica que el trabajo realizado es mayor al planeado.

$$\text{IDS} = \text{VG/VP}$$

- Índice de desempeño de costos (IDC)

Es una medida que indica el desempeño de los costos en cuanto al trabajo finalizado y los incurridos para alcanzar dicho trabajo. Si el IDC presenta un resultado inferior a 1 indica que hay un sobre costo con respecto al trabajo completado, mientras que si es superior a 1 indica que el gasto realizado es menor con respecto al trabajo realizado.

$$\text{IDC} = \text{VG/CR}$$

- Estimado al completamiento (EAC)

Es un valor que permite proyectar cuánto dinero se va a necesitar para finalizar el proyecto si se mantiene el mismo desempeño de los costos. Se calcula mediante la siguiente ecuación, utilizando el presupuesto total (CPAC) y el índice de desempeño de costos.

$$\text{EAC} = \text{CPAC/IDC}$$

- Tiempo estimado al completamiento (TEC)

Indica el tiempo que se demorara en desarrollar el proyecto si se mantiene el mismo índice de desempeño del cronograma y se calcula mediante la siguiente ecuación.

$$\text{TEC} = (\text{CPAC/IDS})/(\text{CPAC/plazo})$$

Para la propuesta final la gestión del valor ganado puede efectuarse mediante el uso de MS Project, sin embargo esto demanda que el director de proyectos tenga los conocimientos adecuados para el manejo de esta herramienta dentro del software. La otra forma de realizar el análisis es mediante una plantilla en Excel en donde pueda ingresar los valores correspondientes de valor planeado, valor ganado y costos real. Se deja a criterio del director de proyectos la utilización de cualquiera de las dos herramientas. Para el proyecto en cuestión no puede desarrollarse la gestión del valor ganado debido a que no hubo una estimación de costos en la etapa de planeación, por lo que para efectos didácticos se utilizan supuestos de actividades y costos. A continuación se describe la plantilla en Excel desarrollada para este propósito.

Cuadro 19. Plantilla para gestionar el valor ganado.

<i>Actividad</i>	<i>Total (\$)</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>
1	8	4	4				
2	16		8	8			
3	30		8	8	14		
4	28			14	14		
5	18				14	2	2
Total (\$)	100	4	20	30	42	2	2
Acumulado (\$)		4	24	54	96	98	100
VP (\$)							
VP ACUM (\$)							
%AVANCE							
VG (\$)							
VG ACUM (\$)							
CR (\$)							
CR ACUM (\$)							

A manera de ejemplo se colocaron 5 actividades para completar el proyecto, la intención es que en la casilla de actividades se coloquen todas las actividades necesarias para ejecutar el proyecto. Se estima que la duración del proyecto es de 6 meses, tiempo que normalmente toman los proyectos de estudiantes

practicantes. La escala de tiempo se establece mensual ya que los informes para el patrocinador del proyecto se efectúan de manera mensual por lo que resulta conveniente. Para todas las variables se colocan valores acumulativos con el fin de generar gráficas al final, que faciliten la visualización del valor ganado. Ahora, se debe agregar en la columna de total el costo de cada una de las actividades agregadas y luego una de las tareas que mayor demandan tiempo, es la distribución del costo de las actividades a lo largo de los meses de ejecución. Una vez concluido esto, se establece la línea base del presupuesto y las casillas del valor planeado pueden ser completadas. Por último, lo que se debe agregar es el porcentaje de avance del trabajo completado y el costo real de cada una de las tareas para el periodo de tiempo donde se realiza el corte, y la plantilla deberá calcular el valor ganado para esa fecha mediante una fórmula.

Finalmente, la plantilla queda lista para presentar el informe, a continuación se muestra un ejemplo de la plantilla para el tercer informe con el patrocinador.

Cuadro 20. Ejemplo de la plantilla para gestionar el valor ganado para el tercer informe.

<i>Actividad</i>	<i>Total (\$)</i>	<i>Enero</i>	<i>Febrero</i>	<i>Marzo</i>	<i>Abril</i>	<i>Mayo</i>	<i>Junio</i>
1	8	4	4				
2	16		8	8			
3	30		8	8	14		
4	28			14	14		
5	18				14	2	2
Total (\$)	100	4	20	30	42	2	2
Acumulado (\$)		4	24	54	96	98	100
VP (\$)	54	4	20	30	42	2	2
VP ACUM (\$)		4	24	54	96	98	100
%AVANCE		100%	100%	25%			
VG (\$)	31.5	4	20	7.5			
VG ACUM (\$)		4	24	31.5			
CR (\$)	49	4	20	25			
CR ACUM (\$)		4	24	49			

La gran utilidad de esta plantilla corresponde a la generación de gráficas, las cuales facilitan la apreciación y el entendimiento del progreso del proyecto. El informe puede contener una gráfica como la de la figura 14.



Figura 14. Gráfica de valor ganado (VG), valor planeado (VP) y costo real (CR) al utilizar la plantilla de gestión del valor ganado.

El informe debe presentar este tipo de gráficas, así como su respectivo análisis. A manera de ejemplo se propone el siguiente análisis.

En la figura 14 se aprecia que para el periodo de corte (mes de marzo) el valor ganado es menor al valor planeado lo que evidencia un retraso en el cronograma. Además el valor ganado es menor al costo real lo que indica que para el trabajo efectivo realizado se gastó más de lo que debería por lo que el proyecto está sobre el presupuesto.

Ahora bien, es conveniente que este análisis se acompañe con números, de forma que el análisis sea objetivo y no se deje a criterio del patrocinador o del director

del proyecto que tan cercanos al presupuesto y cronograma se encuentra el proyecto.

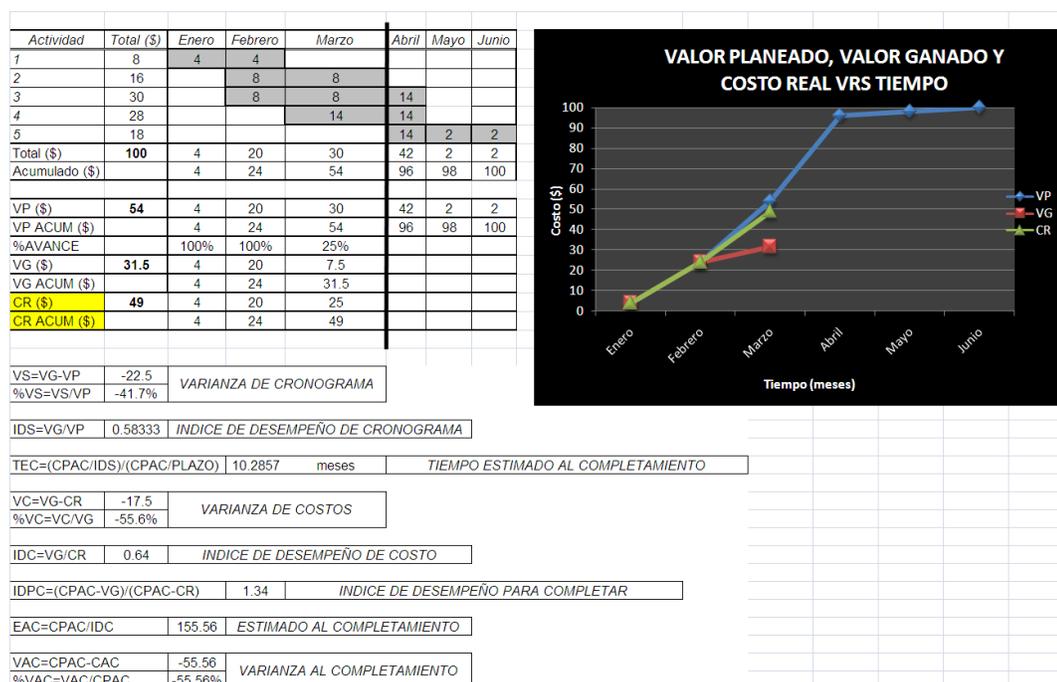
Para esto se utilizan los cálculos de varianzas y los índices de desempeño, además es conveniente presentar las proyecciones en tiempo y costos del proyecto. La plantilla para la gestión del valor ganado elaborada contempla todos estos cálculos de tal manera que el director de proyectos únicamente deba ingresar los datos iniciales.

Cuadro 21. Cálculo de varianzas, índices de desempeño y proyecciones de la plantilla de valor ganado.

VS=VG-VP	-22.5	VARIANZA DE CRONOGRAMA	
%VS=VS/VP	-41.7%		
IDS=VG/VP	0.58333	INDICE DE DESEMPEÑO DE CRONOGRAMA	
TEC=(CPAC/IDS)/(CPAC/PLAZO)	10.2857	meses	TIEMPO ESTIMADO AL COMPLETAMIENTO
VC=VG-CR	-17.5	VARIANZA DE COSTOS	
%VC=VC/VG	-55.6%		
IDC=VG/CR	0.64	INDICE DE DESEMPEÑO DE COSTO	
IDPC=(CPAC-VG)/(CPAC-CR)	1.34	INDICE DE DESEMPEÑO PARA COMPLETAR	
EAC=CPAC/IDC	155.56	ESTIMADO AL COMPLETAMIENTO	
VAC=CPAC-CAC	-55.56	VARIANZA AL COMPLETAMIENTO	
%VAC=VAC/CPAC	-55.56%		

Finalmente se presenta la plantilla completa para la gestión del valor ganado.

Cuadro 22. Plantilla final para la gestión del valor ganado.



4.2.2 Herramienta 2: comparación porcentaje de avance real y programado

La segunda herramienta seleccionada corresponde a un método gráfico donde se aprecia si el proyecto posee el porcentaje de avance que debería tener para la fecha de corte del informe. Únicamente se necesita el cronograma y mediante el uso de una hoja electrónica de Excel se logra la construcción de los gráficos.

La ventaja de utilizar este método es que rápidamente se determina el progreso del proyecto, además se puede determinar la cantidad de avance o de retraso que posee el proyecto.

Existen varias desventajas al utilizar este método, entre ellas que no permite una visión de los costos incurridos en el proyecto, por lo que no se obtiene información del presupuesto. Otra desventaja es que el avance medido puede verse como un

espejismo, ya que debe analizarse la ruta crítica para concluir si el avance que se muestra realmente es significativo, por lo que esta herramienta debe utilizarse en conjunto con la herramienta 3 seleccionada, análisis de ruta crítica . Para el proyecto en cuestión se utilizó esta herramienta, de gran utilidad en las reuniones con el patrocinador y máxime que no se realizó una estimación de costos, por lo que al menos esta herramienta solvento el hecho de generar una comparación con respecto a lo planeado.

Para el desarrollo de esta herramienta se utilizó el MS Project para generar los porcentajes de avance para cada una de las reuniones de avance, y luego el avance real se tomó de las reuniones bisemanales citadas previamente. Luego simplemente con ayuda de Excel se generó la gráfica pertinente. En el cuadro 23 se muestra la plantilla con las fechas de corte y los porcentajes de avance.

Cuadro 23. Plantilla para la medición del porcentaje de avance real vs programado.

FECHA	% AVANCE	%
	PROGRAMADO	AVANCE REAL
7-Feb-11	0.00%	0.00%
16-Feb-11	3.00%	5.00%
2-Mar-11	11.00%	13.00%
16-Mar-11	18.00%	22.00%
30-Mar-11	22.00%	24.00%
13-Apr-11	28.00%	31.00%
27-Apr-11	39.00%	44.00%
11-May-11	47.00%	50.00%
25-May-11	55.00%	56.00%
8-Jun-11	61.00%	66.00%
22-Jun-11	66.00%	74.00%
6-Jul-11	70.00%	78.00%
20-Jul-11	75.00%	78.00%
3-Aug-11	81.00%	81.00%
17-Aug-11	85.00%	83.00%
31-Aug-11	89.00%	95.00%
14-Sep-11	93.00%	100.00%
28-Sep-11	97.00%	100.00%
11-Oct-11	100.00%	100.00%

A partir de este cuadro, la plantilla en la hoja electrónica genera inmediatamente la gráfica; en la figura 15 se muestra el resultado en el proyecto.

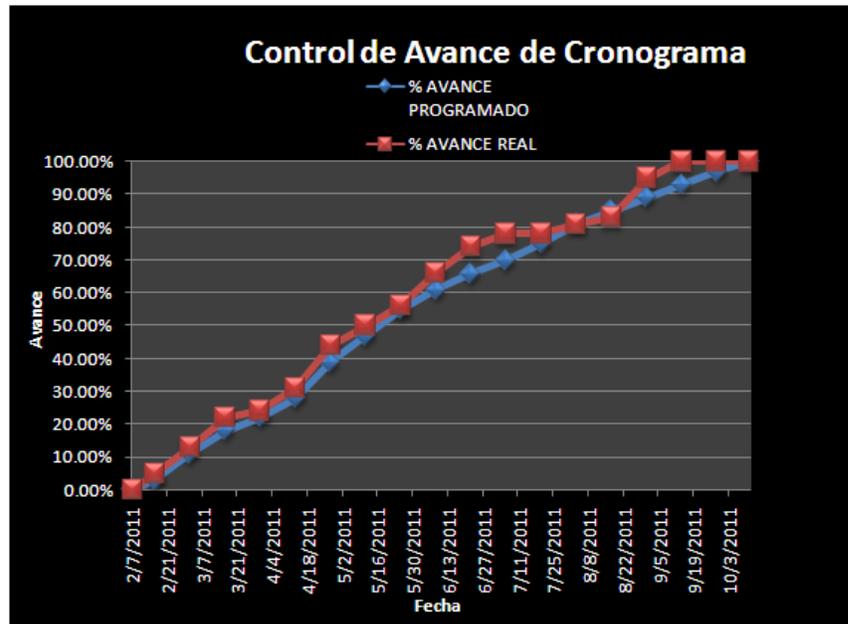


Figura 15. Gráfica del porcentaje de avance programado contra el planeado.

4.2.3 Herramienta 3: Cálculo del avance del cronograma, seguimiento por ruta crítica

La tercer herramienta propuesta es el análisis por ruta crítica, para la medición del avance del cronograma. Parte de la propuesta es que esta herramienta se utilice en conjunto con la herramienta 2, de esta forma se pueden complementar para generar una visión más real del avance del proyecto. Esta herramienta fue utilizada en el caso en investigación, lo que facilitó los informes para la supervisión.

La herramienta del análisis por ruta crítica consiste en utilizar una hoja electrónica en donde deben colocarse todas las tareas pertenecientes a la ruta crítica, luego debe colocarse la duración de cada una de estas tareas en una columna a la par, luego en la columna siguiente se establece el porcentaje de avance real de cada

una de estas tareas y por último se agrega una columna de avance en donde se muestra el porcentaje de avance real representado en días. Al final debe programarse en la hoja electrónica una fórmula que estime el porcentaje de avance real de la ruta crítica. En el cuadro 24 se muestra la plantilla para el análisis por medio de la ruta crítica. Para la propuesta final al utilizarse la herramienta 2 y 3 en conjunto podría generar un análisis como el siguiente:

De acuerdo al gráfico de avance vs el programado se aprecia que el proyecto se encuentra adelantado con un porcentaje total de 45%, sin embargo al realizar el análisis por ruta crítica, se identifica que el porcentaje de avance es de un 6%; lo que evidencia que el avance hasta la fecha no es considerable. Por lo tanto se recomienda mantener un control estricto en las tareas de ruta crítica.

Cuadro 24. Plantilla para la medición del porcentaje de avance real vs programado.

MS546 Project CALCULO DEL AVANCE DEL CRONOGRAMA				
SEGUIMIENTO POR RUTA CRÍTICA				
	ACTIVIDAD	DURACIÓN (DIAS)	AVANCE RC	AVANCE (DIAS)
1	Proyecto MS546	176.2		
2	Validate the system by performing a statistical analysis on a set of MS-546 boards	5	100%	5.0
3	Validate that the full set of tests comply the requirements of the system L-621	0.5	100%	0.5
4	Make a report of results	0.5	0%	0.0
5	Generate the respective connections between the hardware development, measurement equipment, the 4807 acquisition card and computer	0.5	0%	0.0
6	Running a checker to verify the sending of commands from the computer to the test circuit and sending data measured to the computer	1	0%	0.0
7	L621 system is not working properly due to technical problems	4.2	100%	4.2
8	Analyze the programming instruction manual for the L-621 system	3	100%	3.0
9	Study the electrical connections in the fixture and the L-621 system	1	100%	1.0
10	Analyze the schematic circuit for the MS-546 tester circuit developed by Engineer David Peraza	5	100%	5.0
11	Study the documentation of hardware left by Engineer David Peraza for the MS-546 Tester Circuit	4	100%	4.0
12	Make a list with all variables and control signals needed for all checkers	1	100%	1.0
13	Analyze possible changes for the MS-546 Tester Circuit	3	100%	3.0
14	Develop a block diagram that shows the stages needed for the MS-546 tester circuit	2	100%	2.0
15	Calibration due date	3.5	100%	3.5
16	Design components there is no available in the altium software	2	100%	2.0
17	Develop a circuit schematic for the MS-546 tester circuit based in the block diagram	7	100%	7.0
18	Compile schematic circuits on a PCB layout design	0.5	100%	0.5
19	Analyze and solve possible errors in the track design	5	100%	5.0
20	Solicit the ordering of purchase for the Bill of Materials	4	100%	4.0
21	Develop test that proof the functionality of the circuit	13	0%	0.0
22	PCB is not working properly due to design errors	13.5	0%	0.0
23	Change the necessary components that don't accomplish with the electrical characteristics and request a new manufacture of the PCB	4	0%	0.0
24	Develop a final block diagram for the MS-546 tester circuit based in the necessary changes provided in the prototype stage	1	0%	0.0
25	Develop a final schematic circuit for the MS-546 tester circuit based in the necessary changes provided in the prototype stage	1	0%	0.0
26	Generate the final PCB layout for the MS-546 tester circuit stages based in the necessary changes provided in the prototype stage	3	0%	0.0
27	Solicit the ordering of purchase for the Bill of Materials	4	0%	0.0
28	Request the manufacture of the PCB designed	3	0%	0.0
29	Analyze UML diagrams structure	1	100%	1.0
30	Translate L-621 checkers for the MS-546 analog board to UML diagrams	5	20%	1.0
31	Program the communication device	5	100%	5.0
32	Program a test routine that proofs the communication between computer and the communication device	4	50%	2.0
33	Translate L-621 checkers to a Visual Basic for Applications modular routines	17.5	100%	17.5
34	Develop a document that explains the subroutines made for each checker	2	0%	0.0
35	Develop a document that explains the operation over the software checker process	2	50%	1.0
36	End of the hardware phase of the project	0	0%	0.0
37	Analyze thermal disipations over each PCB circuit stages	2	0%	0.0
38	Define additional thermal disipation devices needed over the PCB circuit	0.5	0%	0.0
39	Develop an structure design of the mechanical view of the final project	3	0%	0.0
40	List all mechanical specifications needed the final montage of circuit stages	1	0%	0.0
41	Request construction of the mechanical structure that will house the circuit tester	4	0%	0.0
42	End of the project	0	0%	0.0
43	Reservas	29	0%	0.0
		171.2	44%	78.2

4.3 Lecciones aprendidas en el caso seleccionado

La idea fundamental del desarrollo de este objetivo es el análisis del capítulo de lecciones aprendidas en el proyecto desarrollado por los estudiantes. Para el documento de lecciones aprendidas se propone la siguiente plantilla.

Cuadro 25. Plantilla para el capítulo de lecciones aprendidas.

Ubicación	Causa	Lección

En la casilla de *ubicación* se debe agregar el área específica en donde ocurrió el evento que generó la lección, podría ser por ejemplo: PCB, que indica que en el proceso relacionado con los PCB's generó una lección.

En la casilla de *causa* se agrega la fuente que ocasionó la lección, es decir, cuál fue el evento que se generó que ocasionó el aprendizaje.

Finalmente en la casilla de *lección* se agrega el aprendizaje obtenido o la recomendación del caso.

Para el proyecto desarrollado por los estudiantes practicantes se obtuvieron las siguientes lecciones aprendidas.

Cuadro 26. Lecciones aprendidas del proyecto desarrollado por estudiantes practicantes.

Ubicación	Causa	Lección
Administración de proyectos	Tiempos libres no aprovechados	Separación del software en parte funcional y parte interfaz de usuario
Administración de proyectos	Tiempos libres no aprovechados	La interfaz de usuario no depende del hardware, por lo que pueden efectuarse en paralelo
Administración de proyectos	Tiempos libres no aprovechados	La validación debe efectuarse en paralelo con el desarrollo
Diseño hardware	Retrasos por errores en hardware	Antes del realizar software funcional se debe asegurar el funcionamiento del hardware
Diseño hardware	Dificultad de encontrar errores	Incluir indicadores visuales y más puntos de pruebas
Diseño hardware	Retrasos en la orden de compra del pcb	Incluir el archivo de restricciones del fabricante del pcb dentro del software de desarrollo de pcb
Diseño hardware	Re-trabajos en el pcb diseñado	En el desarrollo del pcb dejar un área en blanco en caso de ocurrir algún error o olvido
Compras	Retrasos en entrega de componentes de la bodega local	Al ejecutar las compras se debe revisar constantemente en bodega por los componentes comprados
Administración de proyectos	No se puede brindar información del presupuesto	Dedicar tiempo a la estimación de costos
Administración de proyectos	No se puede brindar información del presupuesto	Solicitar el valor del presupuesto desde el inicio del proyecto

Muchas de las recomendaciones corresponden a aspectos técnicos, los cuales deben incluirse en la lista de requerimientos para los proyectos futuros, de esta forma el nuevo grupo de desarrollo deberá considerar estos aspectos para el diseño de los productos.

El resto de lecciones corresponden a aspectos de la administración de proyectos, los cuales como parte de la propuesta deben tomarse en cuanto de ahora en adelante. Inicialmente se habla de una adecuada estructura del WBS, por ende del cronograma, en donde se deben considerar ciertas tareas y aspectos que permitan aprovechar al máximo los recursos disponibles.

Además, se exige un adecuado seguimiento de las compras efectuadas y mantener un contacto constante con cada uno de los paquetes adquiridos, no solo internacionalmente, sino también en el momento en que los paquetes arriban a Costa Rica. Por último, es conveniente dedicar tiempo a informarse del presupuesto, para luego poder efectuar la adecuada estimación de costos, que como se mencionó a lo largo de este trabajo, es una de las entradas de mayor importancia para lograr el control y seguimiento deseado.

4.4 Análisis de resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos con el proyecto de acuerdo a las áreas del conocimiento asociadas al proceso de control y seguimiento

- Administración de la integración
 - La administración de la integración permite clarificar el camino que tomará el proyecto en todos los aspectos, costos, tiempo y alcance.
 - A pesar de los procesos de planeación iniciales, es imprescindible la generación de cambios, por lo que el control de cambios durante el proyecto permiten mantener el proyecto dentro de lo establecido inicialmente.
- Administración del alcance
 - Para Teradyne de Costa Rica el alcance corresponde a uno de los puntos elementales en el éxito del proyecto, por lo que a la verificación del alcance debe dedicarse el tiempo suficiente para su desarrollo, así como el uso de las plantillas propuestas.
- Administración del tiempo
 - Las revisiones periódicas del desempeño contribuyen al control adecuado de los tiempos planificados en el proyecto.

- La utilización de algún software de administración de proyectos (MS Project) facilitan el seguimiento del cronograma.
- Al establecer la ruta crítica desde un inicio permite prestar atención especial a las tareas que la componen.
- Cualquier efecto en el tiempo del proyecto tendrá una relación directa con los costos del mismo.
- Administración de costos
 - Al establecer el presupuesto en la línea base facilita el control de los gastos incurridos en el proyecto.
 - La utilización de un software de gestión de proyectos facilita al seguimiento del presupuesto.
 - La utilización de herramientas y técnicas para el control de los costos beneficia, no solo al seguimiento, sino que permite brindar al director de proyectos informes completos y con un mayor grado de profesionalismo.
 - Las estimaciones de costos resultan vitales para los interesados del proyecto.
 - El uso de herramientas adecuadas permiten realizar cortes e informes en el momento deseado.
- Administración de la calidad
 - El establecimiento de métricas de calidad le permiten al equipo de trabajo conocer claramente si los resultados obtenidos cumplen o no con lo requerido por los clientes.
- Administración de las comunicaciones
 - Los informes de desempeño permiten esclarecer el trabajo realizado para los supervisores y demás interesados.
 - Al establecer el plan de comunicaciones previamente el patrocinador del proyecto tiene claro los momentos en que

recibirá la información, con lo que podría prepararse con anticipación para las reuniones.

- Al existir problemas de comunicación puede afectar el cronograma del proyecto.
- El correo electrónico es una herramienta vital para la comunicación entre los miembros del equipo del proyecto.
- Administración de los riesgos
 - El análisis cualitativo de riesgos logra evidenciar los posibles eventos que podrían afectar significativamente al proyecto.
 - El análisis cualitativo de los riesgos permite estimar las cantidades de tiempo y dinero que involucraría los eventos.
 - Las acciones preventivas y el plan de contingencia se convierten en un aliado para el director de proyectos, siempre y cuando se realicen a tiempo en el periodo de planeación.
 - Las reuniones de revisión permite dar seguimiento a los riesgos supuestos inicialmente, y mantener el proyecto en constante revisión ante nuevos riesgos.
- Administración de las adquisiciones
 - Al realizar compras de componentes electrónicos es indispensable conocer con certeza que el componente solicitado se encuentra disponible, de esta forma el tiempo de espera es menor.
- Valor ganado
 - Al utilizar esta herramienta se logra fácilmente brindar información de desempeño actual y de estimaciones futuras en cuanto al tiempo y al costo.
 - El valor ganado es una herramienta que entrelaza el costo y el tiempo del proyecto.

- Al utilizar el valor ganado se pueden tomar decisiones acerca de dedicar tiempo extra o disminuir los gastos, mediante los índices de desempeño.
- Porcentaje de avance real y programado
 - Esta herramienta únicamente ofrece información del cronograma en el proyecto.
 - Al utilizar una hoja electrónica de Excel facilita el uso de esta herramienta.
- Avance del cronograma mediante ruta crítica
 - El uso de esta herramienta brinda un adecuado entendimiento del avance obtenido en un proyecto.
 - Esta herramienta contempla únicamente información del cronograma.
 - Al utilizarse en conjunto con la herramienta de porcentaje de avance real contra el planeado se convierten en una forma profesional de presentar informes.
 - El uso de tres herramientas para el control y seguimiento brinda alternativas para que el director de proyectos las utilice en los momentos indicados.
- Lecciones aprendidas
 - Al utilizar la plantilla de lecciones aprendidas facilita el trabajo futuro y lo vuelve eficiente.
 - Las lecciones aprendidas colaboran con la identificación de posibles errores o fallas en los proyectos.
 - Las lecciones aprendidas promueven el mejoramiento continuo para la propuesta final elaborada.

5 CONCLUSIONES

- La propuesta desarrollada permite gestionar ordenadamente los procesos de planificación y ejecución para los proyectos desarrollados por estudiantes practicantes dentro de la compañía.
- La propuesta de este trabajo permite controlar y dar seguimiento adecuadamente a cada una de las áreas del conocimiento involucradas en el proyecto.
- La generación de plantillas deben ser utilizadas por parte de los futuros administradores de proyectos de Teradyne con el fin de facilitar el trabajo a desarrollar.
- La mayoría de las plantillas establecidas no fueron desarrolladas inicialmente en el caso de investigación lo cual ocasiona dificultades a la hora de gestionar el proyecto, concluyendo que el seguimiento de los procesos benefician al proyecto.
- Este trabajo debe servir a los administradores de proyectos como una guía con el fin de obtener mejores resultados de manera más eficiente.
- A pesar de que este trabajo se considera una guía a seguir, el administrador de proyectos debe asegurar el mejoramiento continuo, lo que podría implicar cambios a las plantillas establecidas en esta propuesta.
- El trasfondo de esta guía corresponde a los procesos relacionados con el seguimiento y control, sin embargo es indispensable que se realice el esfuerzo para el desarrollo de los demás grupos de procesos.
- De las herramientas establecidas para la propuesta final solo una fue desarrollada en el proyecto en estudio, la cual fue de gran utilidad es las reuniones con la supervisión, de ahí se concluye la importancia de la aplicación de toda la propuesta.

- Con el uso de la propuesta establecida (plantillas) se logra regular el producto de los proyectos desarrollados por estudiantes, por lo que Teradyne de Costa Rica debe promover su uso.

6 RECOMENDACIONES

- Se recomienda el uso de este trabajo como guía para los futuros proyectos de estudiantes practicantes.
- Este trabajo debe ser compartido con el grupo de proyectos de Teradyne de Costa Rica, con el fin de cada uno lo utilice como guía en proyectos futuros.
- Se recomienda que el presente trabajo incorpore nuevas secciones en donde se visualice el trabajo realizado por otros compañeros de Teradyne de Costa Rica.
- Los supervisores deben entender el beneficio de utilizar la propuesta para dirigir los proyectos con un solo rumbo.
- Se recomienda el uso de un software para la gestión de proyectos, por ejemplo MS Project.
- El presupuesto debe ser establecido previamente por el supervisor de ingeniería.
- Se debe hacer un esfuerzo para la estimación de costos en cada una de las actividades del cronograma con el fin de poder utilizar la herramienta del valor ganado.
- Se recomienda el uso de la herramienta de comparación de porcentaje de avance actual y programado, con la herramienta de avance por ruta crítica, con el fin de brindar un panorama real.
- Se recomienda la utilización del correo electrónico como una de las principales herramientas para la comunicación con los miembros del equipo.
- Las compras se deben consolidar en un solo paquete y en lo posible con el mismo proveedor, con el fin de minimizar tiempo y costo en las compras.

7 BIBLIOGRAFIA

- Brenes, C. (2011). Apuntes de clase: *Presentación 5, Curso Tópicos Especiales para la AP I.*
- Brenes, C. (2011). Apuntes de clase: *Presentación 7, Curso Tópicos Especiales para la AP I.*
- Brenes, C. (2011). Apuntes de clase: *Presentación 8, Curso Tópicos Especiales para la AP I.*
- Biafore, B. (2005). About project crashing (shortening a project schedule).
- CLELAND, D.I.; KING, W.R. 2005. Manual para la Administración de Proyectos. CECSA. México, D.F. Décima reimpresión.
- GIDO, J.; CLEMENTS, J. 2003. Administración exitosa de proyectos. Segunda edición. México. Internacional Thompson Editores S.A.
- Goñi, G & Ulate, M. (2011). *Project charter proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica.* Manuscrito no publicado.
- Goñi, G & Ulate, M. (2011). *WBS proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica.* Manuscrito no publicado.
- Goñi, G & Ulate, M. (2011). *Cronograma proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica.* Manuscrito no publicado.
- NetMBA.com. <http://www.netmba.com/operations/project/time-cost/>. Internet Center for Management and Business Administration, Inc. 2005.
- P.M.I. (Project Management Institute). 2008. Guía de los fundamentos de la Dirección de Proyectos. PMBOK Guide, Cuarta edición 2008. Newtown Square, Pennsylvania, E.U.A.
- Ruiz, A. (2008). *Aceleración de redes.* Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional.

- Ruiz, A. (2008). *Valor ganado*. Costa Rica: Universidad para la Cooperación Internacional.
- SAPAG CHAIN, NASSIR; SAPAG CHAIN, REINALDO. 2003. Preparación y evaluación de proyectos. Cuarta edición. Mc Graw Hill Interamericana. México.
- Venegas, D. (2011). *Diagrama de flujo para proyectos de practicantes*. Manuscrito no publicado.
- Venegas, D. (2011). *Análisis de riesgos proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica*. Manuscrito no publicado.
- Venegas, D. (2011). *Análisis de riesgos proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica*. Manuscrito no publicado.
- Venegas, D. (2011). *Comparación porcentaje de avance real vs planificado para el proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica*. Manuscrito no publicado.
- Venegas, D. (2011). *Capítulo lecciones aprendidas para el proyecto Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica*. Manuscrito no publicado.

8 ANEXOS

Anexo 1: ACTA DEL PROYECTO

ACTA DEL PROYECTO	
Fecha	Nombre de Proyecto
05 junio 2011	Propuesta de procesos de seguimiento y control del proyecto: <i>Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica</i>
Areas de conocimiento / procesos:	Area de aplicación (Sector / Actividad):
Administración de la integración, alcance, tiempo, calidad, comunicaciones, riesgo y adquisiciones.	Electrónica
Fecha de inicio del proyecto	Fecha tentativa de finalización del proyecto
30 mayo 2011	20 noviembre 2011
Objetivos del proyecto (general y específicos)	
<p>Objetivo general Realizar una propuesta del proceso de seguimiento y control para el proyecto: <i>Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica</i>, con el fin de regular el producto final entregado en los proyectos desarrollados por estudiantes practicantes.</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Establecer la propuesta para planificar el seguimiento y control en el diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica. • Desarrollar tres herramientas del proceso de seguimiento y control en las áreas de conocimiento involucradas con el fin de establecer alternativas en la propuesta a desarrollar. • Elaborar un análisis lecciones aprendidas en el desarrollo del proyecto de diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica, con el fin de identificar problemas a tomar en cuenta en la propuesta final. 	
Justificación o propósito del proyecto (Aporte y resultados esperados)	
<p>Actualmente la compañía no cuenta con una estructura adecuada en la AP y existen una cantidad de proyectos considerable que deber ser desarrollados. Parte del compromiso de la compañía con la sociedad, es brindar un espacio donde los estudiantes de ingeniería en electrónica, en su último año universitario, puedan desarrollar su proyecto de graduación dentro de la compañía y experimenten una vivencia real en el mundo laboral. En este momento la compañía posee pocos recursos para la gestión de proyectos, sin embargo existe un compromiso de la gerencia por capacitar al personal y</p>	

dedicar tiempo a la correcta administración de proyectos.

El PFG utiliza uno de los proyectos de los practicantes, actualmente en etapa de ejecución, por lo que el enfoque se da específicamente en el proceso de seguimiento y control. Debido a la ausencia de control en los proyectos de los estudiantes el producto obtenido no es el mejor, provocando que en ocasiones se deseché el trabajo realizado por los estudiantes. Además los cronogramas suelen extenderse más del periodo normal de desarrollo de un proyecto de graduación, ocasionando una etapa de pausa al proyecto con el fin de no interferir con el progreso de los estudiantes, para que luego el proyecto sea continuado por otro estudiante. Como consecuencia, se da un choque de criterios de los estudiantes, en donde suele desecharse algo del trabajo realizado, debido a errores en diseño. Es evidente la falencia en el proceso de seguimiento y control, por lo que nace el PFG de generar una propuesta apegada a las buenas prácticas establecidas en el PMBOK (PMI, 2008) para dicho proceso, con el fin de mejorar el producto final del proyecto.

Con el PFG la compañía contará con una guía, apegada a las buenas prácticas en la administración de proyectos, que le permita controlar los proyectos desarrollados por los estudiantes practicantes, así como los beneficios que esta herramienta podría generar, como apego al cronograma, al presupuesto, estándares de calidad, etc.

Descripción del producto o servicio que generará el proyecto – Entregables finales del proyecto

Análisis de las áreas de conocimiento relacionadas con el proceso de seguimiento y control.

- Documento de análisis de la gestión de la integración en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión de la integración en el proceso de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.
- Documento de análisis de la gestión del alcance en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión del alcance en el proceso de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.
- Documento de análisis de la gestión del tiempo en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión del tiempo en el proceso de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.
- Documento de análisis de la gestión de costos en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión de costos en el proceso de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.
- Documento de análisis de la gestión de la calidad en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión de la calidad en el proceso

de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.

- Documento de análisis de la gestión de las comunicaciones en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión de las comunicaciones en el proceso de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.
- Documento de análisis de la gestión del riesgo en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión del riesgo en el proceso de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.
- Documento de análisis de la gestión de las adquisiciones en el proceso de seguimiento y control.
- Informe de comparación entre las buenas prácticas en la gestión de las adquisiciones en el proceso de seguimiento y control y lo desarrollado en el proyecto en cuestión.

Análisis de las lecciones aprendidas.

- Documento de análisis de lecciones aprendidas en AP del proyecto: ***Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica.***

Herramientas para el procesos de seguimiento y control.

- Documento de análisis de la herramienta 1 seleccionada.
- Documento de análisis de la herramienta 2 seleccionada.
- Documento de análisis de la herramienta 3 seleccionada.

Propuesta final para el procesos de seguimiento y control.

- Documento final de propuesta.

Supuestos

Proyecto: ***Diseño e implementación de un sistema de pruebas de verificación para la tarjeta MS-546 de Teradyne de Costa Rica*** se encuentra en etapa de ejecución.
Existe total acceso a la información de Teradyne de Costa Rica

Restricciones

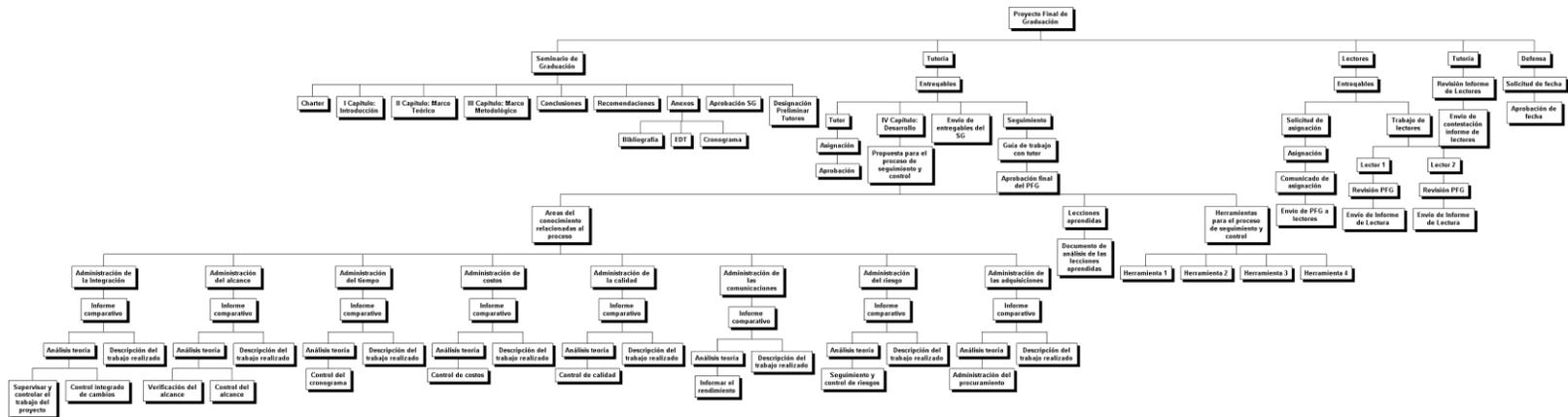
Cultura de la compañía.

Información histórica relevante

Nombre: Teradyne de Costa Rica.

<p>Negocio: Reparación de tarjetas electrónicas de equipos de testeo. Área: Electrónica. El proceso de introducir estudiantes en la compañía es relativamente nuevo, con aproximadamente 2 años, el proceso de AP para los estudiantes no es óptimo lo que causa problemas con el producto final en cuanto al alcance, cronograma y presupuesto. Este año la gerencia se compromete a brindar recursos para el correcto manejo de este programa.</p>	
<p>Identificación de grupos de interés (Stakeholders)</p>	
<p>Cliente(s) directo(s): Gerente de producción (patrocinador). Técnicos de departamento en donde se utiliza la tarjeta MS-546. Supervisor del área donde se utiliza la tarjeta MS-546. Estudiantes practicantes.</p> <p>Cliente(s) indirecto(s): Gerente del departamento de ingeniería. Asesor de los estudiantes en la compañía. Project manager. Departamento de bodega. Departamento de compras. Suplidores de componentes. Profesores asesores de los estudiantes. Estudiantes practicantes anteriores.</p>	
<p>Aprobado por: Ing. Marvin Coto Hernández, MAP</p>	<p>Firma:</p>
<p>Realizado por: José David Venegas Mora.</p>	

Anexo 2: EDT



Anexo 3: CRONOGRAMA

ID	📌	Nombre de tarea	Duration	Start	Finish
1		Proyecto Final de Graduación	125 days	Mon 5/30/11	Fri 11/18/11
2		Seminario de Graduación	25 days	Mon 5/30/11	Fri 7/1/11
3		Charter	5 days	Mon 5/30/11	Fri 6/3/11
4		I Capítulo: Introducción	5 days	Mon 6/6/11	Fri 6/10/11
5		II Capítulo: Marco Teórico	5 days	Mon 6/13/11	Fri 6/17/11
6		III Capítulo: Marco Metodológico	5 days	Mon 6/20/11	Fri 6/24/11
7		Conclusiones	5 days	Mon 6/27/11	Fri 7/1/11
8		Recomendaciones	5 days	Mon 6/27/11	Fri 7/1/11
9		Anexos	25 days	Mon 5/30/11	Fri 7/1/11
10		Bibliografía	5 days	Mon 6/27/11	Fri 7/1/11
11		EDT	5 days	Mon 5/30/11	Fri 6/3/11
12		Cronograma	5 days	Mon 5/30/11	Fri 6/3/11
13		Aprobación SG	5 days	Mon 6/27/11	Fri 7/1/11
14		Designación Preliminar Tutores	5 days	Mon 6/27/11	Fri 7/1/11
15		Tutoría	75 days	Mon 7/4/11	Fri 10/14/11
16		Entregables	75 days	Mon 7/4/11	Fri 10/14/11
17		Tutor	10 days	Mon 7/4/11	Fri 7/15/11
18		Asignación	10 days	Mon 7/4/11	Fri 7/15/11
19		Aprobación	10 days	Mon 7/4/11	Fri 7/15/11
20		IV Capítulo: Desarrollo	65 days	Mon 7/18/11	Fri 10/14/11
21		Propuesta para el proceso de seguimiento y control	65 days	Mon 7/18/11	Fri 10/14/11
22		Áreas del conocimiento relacionadas al proceso	41 days	Mon 7/18/11	Mon 9/12/11
23		Administración de la Integración	7 days	Mon 7/18/11	Tue 7/26/11
24		Informe comparativo	7 days	Mon 7/18/11	Tue 7/26/11
25		Análisis teoría	5 days	Mon 7/18/11	Fri 7/22/11
26		Supervisar y controlar el trabajo del proyecto	2 days	Mon 7/18/11	Tue 7/19/11
27		Control integrado de cambios	3 days	Wed 7/20/11	Fri 7/22/11
28		Descripción del trabajo realizado	2 days	Mon 7/25/11	Tue 7/26/11
29		Administración del alcance	7 days	Wed 7/27/11	Thu 8/4/11

ID	o	Nombre de tarea	Duration	Start	Finish
30		Informe comparativo	7 days	Wed 7/27/11	Thu 8/4/11
31		Análisis teoría	5 days	Wed 7/27/11	Tue 8/2/11
32		Verificación del alcance	2 days	Wed 7/27/11	Thu 7/28/11
33		Control del alcance	3 days	Fri 7/29/11	Tue 8/2/11
34		Descripción del trabajo realizado	2 days	Wed 8/3/11	Thu 8/4/11
35		Administración del tiempo	5 days	Fri 8/5/11	Thu 8/11/11
36		Informe comparativo	5 days	Fri 8/5/11	Thu 8/11/11
37		Análisis teoría	3 days	Fri 8/5/11	Tue 8/9/11
38		Control del cronograma	3 days	Fri 8/5/11	Tue 8/9/11
39		Descripción del trabajo realizado	2 days	Wed 8/10/11	Thu 8/11/11
40		Administración de costos	5 days	Fri 8/12/11	Thu 8/18/11
41		Informe comparativo	5 days	Fri 8/12/11	Thu 8/18/11
42		Análisis teoría	3 days	Fri 8/12/11	Tue 8/16/11
43		Control de costos	3 days	Fri 8/12/11	Tue 8/16/11
44		Descripción del trabajo realizado	2 days	Wed 8/17/11	Thu 8/18/11
45		Administración de la calidad	5 days	Fri 8/19/11	Thu 8/25/11
46		Informe comparativo	5 days	Fri 8/19/11	Thu 8/25/11
47		Análisis teoría	3 days	Fri 8/19/11	Tue 8/23/11
48		Control de calidad	3 days	Fri 8/19/11	Tue 8/23/11
49		Descripción del trabajo realizado	2 days	Wed 8/24/11	Thu 8/25/11
50		Administración de las comunicaciones	5 days	Fri 8/26/11	Thu 9/1/11
51		Informe comparativo	5 days	Fri 8/26/11	Thu 9/1/11
52		Análisis teoría	3 days	Fri 8/26/11	Tue 8/30/11
53		Informar el rendimiento	3 days	Fri 8/26/11	Tue 8/30/11
54		Descripción del trabajo realizado	2 days	Wed 8/31/11	Thu 9/1/11
55		Administración del riesgo	4 days	Fri 9/2/11	Wed 9/7/11
56		Informe comparativo	4 days	Fri 9/2/11	Wed 9/7/11
57		Análisis teoría	2 days	Fri 9/2/11	Mon 9/5/11
58		Seguimiento y control de riesgos	2 days	Fri 9/2/11	Mon 9/5/11

ID	Nombre de tarea	Duration	Start	Finish
59	Descripción del trabajo realizado	2 days	Tue 9/6/11	Wed 9/7/11
60	Administración de las adquisiciones	3 days	Thu 9/8/11	Mon 9/12/11
61	Informe comparativo	3 days	Thu 9/8/11	Mon 9/12/11
62	Análisis teoría	2 days	Thu 9/8/11	Fri 9/9/11
63	Administración del procuramiento	2 days	Thu 9/8/11	Fri 9/9/11
64	Descripción del trabajo realizado	1 day	Mon 9/12/11	Mon 9/12/11
65	Lecciones aprendidas	4 days	Tue 9/13/11	Fri 9/16/11
66	Documento de análisis de las lecciones aprendidas	4 days	Tue 9/13/11	Fri 9/16/11
67	Herramientas para el proceso de seguimiento y control	20 days	Mon 9/19/11	Fri 10/14/11
68	Herramienta 1	5 days	Mon 9/19/11	Fri 9/23/11
69	Herramienta 2	5 days	Mon 9/26/11	Fri 9/30/11
70	Herramienta 3	5 days	Mon 10/3/11	Fri 10/7/11
71	Herramienta 4	5 days	Mon 10/10/11	Fri 10/14/11
72	Envío de entregables del SG	0 days	Fri 10/14/11	Fri 10/14/11
73	Seguimiento	0 days	Fri 10/14/11	Fri 10/14/11
74	Guía de trabajo con tutor	0 days	Fri 10/14/11	Fri 10/14/11
75	Aprobación final del PFG	0 days	Fri 10/14/11	Fri 10/14/11
76	Lectores	10 days	Mon 10/17/11	Fri 10/28/11
77	Entregables	10 days	Mon 10/17/11	Fri 10/28/11
78	Solicitud de asignación	5 days	Mon 10/17/11	Fri 10/21/11
79	Asignación	5 days	Mon 10/17/11	Fri 10/21/11
80	Comunicado de asignación	5 days	Mon 10/17/11	Fri 10/21/11
81	Envío de PFG a lectores	5 days	Mon 10/17/11	Fri 10/21/11
82	Trabajo de lectores	5 days	Mon 10/24/11	Fri 10/28/11
83	Lector 1	5 days	Mon 10/24/11	Fri 10/28/11
84	Revisión PFG	5 days	Mon 10/24/11	Fri 10/28/11
85	Envío de Informe de Lectura	5 days	Mon 10/24/11	Fri 10/28/11
86	Lector 2	5 days	Mon 10/24/11	Fri 10/28/11
87	Revisión PFG	5 days	Mon 10/24/11	Fri 10/28/11

ID	 Nombre de tarea	Duration	Start	Finish
88	Envío de Informe de Lectura	5 days	Mon 10/24/11	Fri 10/28/11
89	Tutoría	15 days	Mon 10/31/11	Fri 11/18/11
90	Revisión Informe de Lectores	15 days	Mon 10/31/11	Fri 11/18/11
91	Envío de contestación informe de lectores	15 days	Mon 10/31/11	Fri 11/18/11
92	Defensa	0 days	Fri 11/18/11	Fri 11/18/11
93	Solicitud de fecha	0 days	Fri 11/18/11	Fri 11/18/11
94	Aprobación de fecha	0 days	Fri 11/18/11	Fri 11/18/11

