

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA

ÁREA ACADÉMICA DE GERENCIA DE PROYECTOS

MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS



Propuesta de una metodología de gestión de la calidad que apoye la administración de proyectos de software en la empresa Avantica Technologies

Proyecto de graduación para optar por el grado académico de

Maestría en Gerencia de Proyectos.

Realizado por:

Oscar Rivera Céspedes

Profesor Tutor:

Carlos Arce, MGP

San José, Marzo del 2017

EPÍGRAFE

“Estamos descubriendo formas mejores de desarrollar software tanto por nuestra propia experiencia como ayudando a terceros. A través de este trabajo hemos aprendido a valorar:

Individuos e interacciones sobre procesos y herramientas

Software funcionando sobre documentación extensiva

Colaboración con el cliente sobre negociación contractual

Respuesta ante el cambio sobre seguir un plan

Esto es, aunque valoramos los elementos de la derecha, valoramos más los de la izquierda.”

(Manifiesto del desarrollo ágil)

ÍNDICE

EPÍGRAFE.....	i
ÍNDICE.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	viii
GLOSARIO.....	ix
LISTA DE ABREVIATURAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN.....	3
1.1 Marco de Referencia Empresarial.....	3
1.2 Planteamiento del Problema.....	6
1.3 Justificación del Estudio.....	7
1.4 Objetivos.....	14
1.4.1 Objetivo general.....	14
1.4.2 Objetivos específicos.....	14
1.5 Alcance.....	14
1.6 Limitaciones.....	15
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO.....	16
2.1 PMBOK (Marco de Referencia para la Gestión de Proyectos).....	16
2.2 <i>Scrum</i> (Marco de Referencia Ágil para el Desarrollo de Proyectos).....	20
2.3 Relación entre PMBOK y Scrum.....	24
2.3.1 Relación entre los Grupos de Procesos del PMBOK con Scrum.....	24
2.3.2 Relación entre las Áreas del Conocimiento del PMBOK con Scrum.....	25
2.4 Gestión de la Calidad de Software.....	27
2.4.1 Definición de Calidad de Software.....	27
2.4.2 Gestión de la Calidad según PMBOK.....	29
2.4.3 Estándares para la Verificación y Aseguramiento de la Calidad en Proyectos de Software.....	32
2.4.3.1 Estándares de Calidad de Software de la IEEE.....	32
2.4.3.2 Estándares de Calidad de Software de la ISO.....	34
2.5 Modelos de Madurez en la Gestión de Proyectos.....	35
2.5.1 El Modelo de Madurez Project Management Maturity Model (PMMM).....	35
CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO.....	38
3.1 Tipo de investigación.....	38
3.2 Sujetos y fuentes de información.....	39
3.2.1 Sujetos de información.....	39
3.2.2 Fuentes de información.....	39
3.2.2.1 Fuentes de información primarias.....	39
3.2.2.2 Fuentes de información secundarias.....	40
3.2.3 Población.....	40
3.2.4 Muestra.....	41
3.3 Técnicas de investigación.....	42
3.3.1 Revisión documental.....	42
3.3.2 Encuesta y entrevista.....	42
3.3.3 Grupos focales.....	43
3.3.4 Diagramas de causa-efecto.....	44

3.3.5 Diagramas de flujo.....	44
3.4 Procesamiento y análisis de datos.....	44
3.4.1 Operacionalización de variables.....	44
3.4.1.1 Operacionalización del objetivo 1.....	45
3.4.1.2 Operacionalización del objetivo 2.....	46
3.4.1.3 Operacionalización del objetivo 3.....	46
3.4.2 Planificación del proceso y obtención de la información.....	47
3.4.3 Análisis de situación actual.....	47
3.4.4 Identificar los defectos y las causas.....	47
3.4.5 Propuesta de metodología de gestión de la calidad.....	48
3.4.6 Estrategia de implementación de la metodología en la empresa.....	48
CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	50
4.1 Análisis de la situación actual.....	50
4.1.1 Descripción detallada de la metodología de gestión de proyectos de la empresa.....	50
4.1.1.1 Fase de inicio.....	52
4.1.1.2 Planificación y requerimientos.....	54
4.1.1.3 Fase de diseño.....	56
4.1.1.4 Fase de desarrollo.....	57
4.1.1.5 Fase de pruebas.....	58
4.1.1.6 Fase de entrega/cierre.....	59
4.1.2 Análisis de las áreas del conocimiento de la gestión de proyectos en la empresa.....	60
4.1.2.1 Gestión de la integración del proyecto.....	61
4.1.2.2 Gestión del alcance del proyecto.....	63
4.1.2.3 Gestión del tiempo del proyecto.....	64
4.1.2.4 Gestión de los costos del proyecto.....	64
4.1.2.5 Gestión de la calidad del proyecto.....	66
4.1.2.6 Gestión de los recursos humanos del proyecto.....	67
4.1.2.7 Gestión de las comunicaciones del proyecto.....	68
4.1.2.8 Gestión de los riesgos del proyecto.....	69
4.1.2.9 Gestión de las adquisiciones del proyecto.....	69
4.1.2.10 Gestión de los interesados del proyecto.....	70
4.1.2.11 Nivel de madurez de la gestión de proyectos de Avantica Technologies.....	71
4.1.3 Análisis de la gestión de la calidad en la empresa.....	71
4.1.3.1 Conocimiento sobre la disciplina de gestión de proyectos.....	72
4.1.3.2 Percepción sobre el tipo de gestión de la calidad.....	72
4.1.3.3 Plan de gestión de la calidad.....	74
4.1.3.4 Documentación de lecciones aprendidas sobre calidad.....	75
4.1.3.5 Aseguramiento y control de la calidad.....	76
4.1.3.6 Las siete herramientas de la calidad.....	78
4.1.3.7 Principales problemas de calidad desde la perspectiva del cliente.....	79
4.1.3.8 Principales problemas de calidad desde la perspectiva de los directores de proyectos.....	80
4.1.3.9 Utilización de buenas prácticas de la ingeniería de software.....	82
4.1.3.10 Utilización de técnicas y herramientas para disminuir defectos y retrabajo.....	83
4.1.3.11 Utilización de técnicas y herramientas para disminuir la deuda técnica.....	84
4.1.4 Identificación de los principales defectos y sus causas.....	85
4.2 Evaluación de los procesos de gestión de proyectos y su impacto en la calidad.....	86
4.2.1 Principales procesos de la gestión de proyectos susceptibles de mejora.....	86
4.2.2.1 Planificar la gestión de la calidad.....	88
4.2.2.2 Realizar el aseguramiento de la calidad.....	90

4.2.2.3	Controlar la calidad.....	92
4.2.2.4	Recopilar los requisitos.....	93
4.2.2.5	Cerrar el proyecto o fase.....	96
4.2.2.6	Realizar el control integrado de cambios.....	97
4.3	Gestión de la calidad en <i>Scrum</i> y su relación con la guía PMBOK.....	98
4.3.1	El ciclo planificar-hacer-verificar-actuar (PDCA).....	99
4.3.2	Criterios de aceptación, definición de <i>done</i> y el <i>product backlog</i> priorizado.....	101
4.3.3	Gestión de la calidad en <i>Scrum</i>	102
4.3.3.1	Planificación de la calidad.....	103
4.3.3.2	Aseguramiento y control de la calidad.....	104
4.4	Metodología para la gestión y mejora de la calidad.....	105
4.4.1	Iniciación.....	107
4.4.1.1	Crear la visión del proyecto.....	108
4.4.1.2	Identificar el <i>Scrum master</i> y los involucrados.....	110
4.4.1.3	Conformar el <i>Scrum team</i>	111
4.4.1.4	Desarrollar los <i>epics</i>	113
4.4.1.5	Recopilar los requisitos.....	115
4.4.1.6	Planificar la gestión de la calidad.....	120
4.4.1.7	Crear y priorizar el <i>product backlog</i>	122
4.4.1.8	Realizar el <i>release planning</i>	124
4.4.2	Planificar y estimar.....	126
4.4.2.1	Crear las historias de usuario.....	127
4.4.2.2	Estimar y aprobar las historias de usuario.....	129
4.4.2.3	Crear las tareas.....	131
4.4.2.4	Estimar las tareas.....	132
4.4.2.5	Crear el <i>sprint backlog</i>	133
4.4.3	Implementar.....	135
4.4.3.1	Crear los entregables.....	136
4.4.3.2	Realizar el <i>daily Scrum</i>	139
4.4.3.3	Mantener el <i>product backlog</i>	141
4.4.3.4	Realizar el aseguramiento de la calidad.....	142
4.4.3.5	Controlar la calidad.....	146
4.4.3.6	Gestionar los cambios.....	151
4.4.4	Revisión y retrospectiva.....	154
4.4.4.1	Demostrar y validar el <i>sprint</i>	155
4.4.4.2	Retrospectiva del <i>sprint</i>	157
4.4.5	Entrega y cierre.....	158
4.4.5.1	Validar el alcance.....	159
4.4.5.2	Retrospectiva y cierre del proyecto o fase.....	162
4.4.6	¿Cómo encaja la metodología de la calidad en la metodología de gestión de proyectos?.....	165
4.5	Estrategia de implementación de la metodología en la empresa.....	167
4.5.1	Autorización para la implementación de la metodología.....	168
4.5.2	Selección de proyectos a incluir en la implementación.....	169
4.5.3	Capacitación del equipo del proyecto.....	169
4.5.4	Implementación de la metodología.....	170
4.5.5	Control y seguimiento de la implementación de la metodología.....	171
4.5.6	Cierre de la implementación de la metodología.....	172
4.5.7	Análisis de resultados y mejora de la metodología.....	173
4.5.8	Proceso de adopción a nivel empresarial.....	173

4.5.9 Cronograma de implementación de la metodología.....	174
CONCLUSIONES.....	175
RECOMENDACIONES.....	177
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	181
APÉNDICES.....	184
Apéndice 1. Entrevista guiada. Situación actual de la gestión de proyectos.....	184
Apéndice 2. Encuesta. Detección de defectos en la gestión de proyectos.....	202

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Organigrama de Avantica Technologies.....	4
Figura 1.2: Árbol de problemas.....	13
Figura 1.3: Estructura de descomposición del trabajo.....	15
Figura 2.1: El Marco de Referencia Scrum.....	23
Figura 2.1: Modelo de madurez PMMM.....	36
Figura 3.1: Procesamiento de la información PFG.....	49
Figura 4.1: Metodología de gestión y desarrollo de proyectos de Avantica Technologies.....	51
Figura 4.2: Evaluación de la madurez de las áreas del conocimiento en Avantica Technologies.....	61
Figura 4.3: Nivel de conocimiento sobre la gestión de proyectos.....	72
Figura 4.4: Tipo de gestión de la calidad identificada en Avantica Technologies.....	74
Figura 4.5: Obligatoriedad de desarrollar un plan de gestión de la calidad.....	75
Figura 4.6: Existencia de documentación de las lecciones aprendidas sobre calidad.....	75
Figura 4.7: Situación del aseguramiento de la calidad.....	77
Figura 4.8: Situación del control de la calidad.....	77
Figura 4.9: Uso de las siete herramientas de la calidad.....	78
Figura 4.10: Principales problemas de calidad desde la perspectiva del cliente.....	79
Figura 4.11: Principales problemas de calidad según los directores de proyectos.....	80
Figura 4.12: Utilización de las buenas prácticas de la ingeniería de software.....	83
Figura 4.13: Técnicas y herramientas propuestas para disminuir defectos y retrabajo.....	83
Figura 4.14: Técnicas y herramientas para disminuir la deuda técnica.....	85
Figura 4.15: Diagrama de causa-efecto de los problemas de la calidad.....	86
Figura 4.16: Procesos de la gestión de proyectos que requieren mejora.....	87
Figura 4.17: Relación entre calidad, Scrum y el círculo de Deming.....	100
Figura 4.18: Vista general de la metodología de gestión de la calidad propuesta.....	106
Figura 4.19: Diagrama de flujo de la fase de iniciación.....	107
Figura 4.20: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear las historias de usuario”.....	109
Figura 4.21: Entradas, herramientas y salidas: proceso “Identificar Scrum master y los involucrados”.....	111
Figura 4.22: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Conformar el Scrum team”.....	113
Figura 4.23: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Desarrollar los epics”.....	114
Figura 4.24: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Conformar el Scrum team”.....	116
Figura 4.25: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Planificar la gestión de la calidad”.....	121
Figura 4.26: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear y priorizar el product backlog”.....	123
Figura 4.27: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Realizar el sprint planning”.....	126
Figura 4.28: Diagrama de flujo de la fase de planificar y estimar.....	126
Figura 4.29: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear las historias de usuario”.....	129
Figura 4.30: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Estimar y aprobar las historias de usuario”.....	130
Figura 4.31: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear las tareas”.....	132
Figura 4.32: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Estimar las tareas”.....	133
Figura 4.33: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear el sprint backlog”.....	135
Figura 4.34: Diagrama de flujo de la fase de implementar.....	136
Figura 4.35: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear los entregables”.....	139
Figura 4.36: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Realizar el daily Scrum”.....	140
Figura 4.37: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Mantener el product backlog”.....	142
Figura 4.38: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Realizar el aseguramiento de la calidad”.....	144
Figura 4.39: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Controlar la calidad”.....	147
Figura 4.40: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Gestionar los cambios”.....	152

Figura 4.41: Diagrama de flujo de la fase de revisión y retrospectiva.....	155
Figura 4.42: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Demostrar y validar el sprint”	156
Figura 4.43: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Retrospectiva del sprint”	158
Figura 4.44: Diagrama de flujo de la fase de entrega y cierre.....	158
Figura 4.45: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Validar el alcance”	160
Figura 4.46: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Retrospectiva y cierre del proyecto”	163
Figura 4.47: Cronograma del proceso de implementación de la metodología.....	174

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 4.1: Problemas de calidad y sus causas según los directores de proyectos.....	81
Tabla 4.2: Análisis FODA del proceso: planificar la gestión de la calidad.....	89
Tabla 4.3: Análisis FODA del proceso: realizar el aseguramiento de la calidad.....	91
Tabla 4.4: Análisis FODA del proceso: controlar la calidad.....	93
Tabla 4.5: Análisis FODA del proceso: recopilar los requisitos.....	95
Tabla 4.6: Análisis FODA del proceso: cerrar el proyecto o fase.....	96
Tabla 4.7: Análisis FODA del proceso: realizar el control integrado de cambios.....	97
Tabla 4.8: Especificación de requisitos.....	118
Tabla 4.9: Lista de verificación de auditoría.....	145
Tabla 4.10. Plantilla de plan de pruebas.....	149
Tabla 4.11: Plantilla para la solicitud de cambios.....	153
Tabla 4.12: Bitácora de gestión de cambios.....	154
Tabla 4.13: Solicitud de aceptación de entregables.....	161
Tabla 4.14: Informe de cierre.....	164
Tabla 4.15: Autorización para la implementación de la metodología.....	168
Tabla 4.16: Selección de proyectos a incluir en la implementación.....	169
Tabla 4.17: Capacitación del equipo del proyecto.....	170
Tabla 4.18: Implementación de la metodología.....	171
Tabla 4.19: Control y seguimiento de la implementación de la metodología.....	172
Tabla 4:20: Cierre de la implementación de la metodología.....	172
Tabla 4.21: Análisis de resultados y mejora de la metodología.....	173

GLOSARIO

Big data: Es una tecnología que ha abierto las puertas hacia un nuevo enfoque de entendimiento y toma de decisiones, que es utilizada para analizar enormes cantidades de datos (estructurados, no estructurados y semi estructurados).

Cobertura de código o pruebas: La cobertura de código es una medida (porcentual) que mide el grado en que el código fuente de un programa ha sido comprobado. Permite determinar la calidad de las pruebas e identificar las partes del código que no han sido probadas.

Complejidad ciclomática: Es una métrica que indica la complejidad lógica del código. Está basada en la teoría de grafos. Es una de las métricas de software de mayor aceptación, ya que es independiente del lenguaje. El objetivo principal de esta métrica no es contar la cantidad de ciclos (*for*, *while*, *do*, etc), sino contar el número de caminos diferentes que existen dentro de un fragmento de código. La complejidad ciclomática tiene correlación con el número de pruebas que se deben hacer para alcanzar una cobertura de pruebas del 100%. Es decir, a mayor complejidad ciclomática, más bifurcaciones existen en el código y por consiguiente son necesarias más pruebas para cubrir todos los posibles caminos. Es una métrica muy utilizada para determinar la calidad del diseño y mantenibilidad código.

Daily Scrum: Reunión diaria, de corta duración, aproximadamente de 15 minutos, en la cual se reúnen los miembros del equipo y toman turnos para discutir sobre qué se hizo ayer, qué se espera hacer hoy y qué los está bloqueando.

Deuda técnica: La deuda técnica es un eufemismo tecnológico que hace referencia a las consecuencias de un desarrollo apresurado de software. El sector informático presenta la particularidad de que permite la implantación de productos no acabados o con errores conocidos. En ocasiones, la política de ahorro de costos en el desarrollo de software se centra en recortar los procesos de pruebas, control de calidad o documentación, lo que compromete la viabilidad a largo plazo del proyecto a cambio de poder entregarlo con el presupuesto acordado y en el plazo previsto. No se debe confundir deuda técnica como un concepto relacionado a la habilidad del programador. Es un fenómeno que se debe, principalmente, a la omisión o baja calidad de los procesos que componen la gestión de proyectos de software. Por ejemplo, una inadecuada recopilación de requisitos, puede obligar al equipo a omitir el control de la calidad con el objetivo de cumplir con el cronograma y presupuesto, pero ésto puede producir defectos en el software generando retrabajo. Nótese como un defecto en un proceso impacta la calidad del producto, además el problema no se debe a la falta de pericia de un desarrollador sino a situaciones estratégicas o de presión externa con el objetivo de cumplir con un cronograma o presupuesto.

Epic: Es una historia de usuario grande, que requiere un esfuerzo equivalente a meses, que no puede ser completada en un solo *sprint* debido a su tamaño. Un *epic* funciona como comodín para representar requisitos grandes, amplios y generales. Los *epics* son refinados de forma progresiva hasta ser descompuestos en varias historias de usuario.

Estilo de código: Es un término que describe convenciones para escribir código fuente. El estilo de programación es frecuentemente dependiente del lenguaje de programación que se haya elegido. Establece buenas prácticas para mejorar la legibilidad.

Key performance indicator (KPI): Indicador clave de desempeño. Son métricas que se utilizan para cuantificar los resultados de una determinada acción o estrategia en función de unos objetivos predeterminados. Son indicadores que permiten tomar decisiones y medir el éxito de dichas decisiones.

Pruebas de integración: Consiste en realizar pruebas para verificar que un gran conjunto de partes de software funcionan juntas. Las pruebas de integración constituyen la fase de la prueba de software en la cual módulos individuales son combinados y probados como un grupo. Son las pruebas posteriores a las pruebas unitarias y preceden a las pruebas del sistema.

Pruebas end to end: Comprueban la integridad y exactitud total del software, desde la entrada de datos hasta las salidas que produce el sistema. Se puede comparar a una función matemática, donde dadas ciertas entradas se comprueba que siempre se produzcan los mismos resultados.

Pruebas unitarias: Una prueba unitaria, es un método que prueba una unidad estructural de código, por lo general, una única clase. Una prueba unitaria tiene las siguientes características:

- Unitaria: prueba solamente pequeñas cantidades de código.
- Independiente: no debe depender ni afectar a otras pruebas unitarias.
- Prueba métodos públicos, de otra forma la prueba sería frágil a cambios en la implementación y no se podría utilizar en pruebas de regresión.
- Automatizada: la prueba no debería requerir intervención manual.
- Repetible y predecible: no debe incidir el orden y las veces que se repita la prueba, el resultado siempre debe ser el mismo.
- Profesionales: las pruebas deben ser programadas con igual cuidado y calidad que el resto del código, con la misma profesionalidad, documentación, entre otros.

Refactorización (refactoring): Se usa para describir la modificación del código fuente sin cambiar su comportamiento. La refactorización se realiza a menudo como parte del proceso de desarrollo del software. Los programadores alternan el desarrollo de nuevas funcionalidades y casos de prueba con la refactorización del código para mejorar su consistencia interna, su claridad y calidad. Las pruebas aseguran que la refactorización no cambia el comportamiento del código. La refactorización es la parte del mantenimiento del código y no arregla errores ni añade funcionalidad. El objetivo, por el contrario, es mejorar la comprensión del código o cambiar su estructura, diseño y eliminar código muerto o repetido, para facilitar el mantenimiento.

Retrabajo: La elaboración de un diseño o producto, conforme a unas especificaciones, da lugar a la posibilidad de fallar en el cumplimiento de lo requerido. Toda diferencia entre lo pedido y lo que se entrega es considerado un defecto de calidad y se le suele llamar inconformidad. Si la inconformidad es muy grave y compromete la aceptación del producto por parte del cliente, es necesario dedicar esfuerzos adicionales en lograr que el producto cumpla con lo especificado. Este esfuerzo adicional es lo que se llama retrabajo.

Revisión de código (*code review*): Es la auditoría sistemática del código fuente de un programa informático. Se practica con el objetivo de mejorar la calidad del código que se genera en el proceso de desarrollo del software, mediante la detección temprana de errores en el código. También se utiliza como técnica para mejorar las cualidades de los desarrolladores involucrados en la práctica, mediante la discusión abierta de posibles mejoras en el programa.

Release planning: Es una planificación de lo que se hará en los siguientes *sprints*. Por lo general, se planifican los siguientes cuatro a 12 *sprints*. En esta reunión, los interesados clave y el equipo del proyecto, discuten las expectativas a mediano plazo sobre las funcionalidades que esperan tener listas en los siguientes *sprints*.

Revisión estática de código: Consiste en la comprobación de la calidad del código fuente con base en las mejores prácticas de la ingeniería de software. Es un tipo de análisis de software que se realiza sin ejecutar el programa (el análisis realizado sobre los programas en ejecución se conoce como análisis dinámico de software). En la mayoría de los casos, el análisis se realiza en alguna versión del código fuente y en otros casos se realiza en el código objeto.

Sprint: En la metodología ágil *Scrum*, se conoce como *sprint*, a una ventana de tiempo fija (de una a cuatro semanas), en la cual el equipo de desarrollo convierte las historias (requerimientos) en software funcional. Al final de cada *sprint* el producto debe estar listo para ser puesto en producción si así lo requiere el negocio o cliente. Durante cada *sprint* se realizan actividades de diseño, arquitectura, programación, pruebas, integración y aceptación del producto.

Sprint execution: Consiste de todas las actividades, tareas y procesos que ejecuta el equipo de trabajo (*Scrum team*) en el *sprint* para producir los productos y entregables del proyecto.

Sprint planning: Reunión de planificación del *sprint*. Se realiza al principio de todos los *sprints*, de forma iterativa a lo largo del proyecto. En esta reunión se discuten las historias de usuario para estimar el esfuerzo requerido para completarlas y se define un objetivo para el *sprint*.

Sprint retrospective: Reunión de retrospectiva donde se discuten situaciones relacionadas a la mejora de los procesos. Es una actividad orientada a la mejora continua. Se ejecuta al final de todos los *sprints*.

Sprint review: Reunión de demostración del producto a los interesados. Se realiza al final de todos los *sprints*. El objetivo es recibir retroalimentación respecto a la calidad del producto y los entregables. Se trata de verificar si se cumple con las expectativas. Es una actividad orientada a la mejora continua. Se utiliza para demostrar el avance del proyecto de forma objetiva, porque lo que se demuestra es un producto funcional, listo para ser puesto en producción y si así lo desean los involucrados.

LISTA DE ABREVIATURAS

CRM: Gestión de la Relación con el Cliente (*Customer Relationship Management*)

EDT: Estructura de desglose del trabajo.

KPI: indicador clave de desempeño (*Key performance indicator*).

PM: Administrador de Proyectos (*Project Manager*).

PMBOK: Cuerpo del Conocimiento de la Gestión de Proyectos (*Project Management Body of Knowledge*).

PMI: Instituto de la Gestión de Proyectos (*Project Management Institute*).

PMO: Oficina de Gestión de Proyectos (*Project Management Office*)

QA: Aseguramiento de la calidad (*Quality Assurance*).

TI: Tecnologías de la Información.

RESUMEN

Avantica Technologies es una empresa costarricense de desarrollo de software con más de 20 años de experiencia. La mayoría de sus proyectos se ejecutan bajo un ciclo de vida ágil, específicamente *Scrum*, para aprovechar que esta metodología se adapta mejor al constante cambio y el ambiente altamente competitivo que caracteriza a la industria del software.

La empresa ha identificado una serie de problemas relacionados con la calidad que disminuyen su ventaja competitiva, el rendimiento de los proyectos que ejecuta e impactan negativamente la satisfacción del cliente: alto porcentaje de retrabajo, baja productividad, pérdida de confianza en la calidad de los productos de software, altos porcentajes de defectos, sobrecostos, entre otros.

El objetivo principal de esta investigación es proponer una metodología de gestión de la calidad que apoye la administración de proyectos de software en Avantica Technologies permitiendo, desde una perspectiva preventiva, mejorar la calidad de los procesos y productos de software.

Para lograr dicho objetivo, se realizó un análisis de la situación actual de la empresa con la finalidad de identificar los principales problemas, brechas y defectos relacionados con la calidad. Para esto se realizaron entrevistas, encuestas y grupos focales con colaboradores clave de la empresa y se complementó con un análisis de los activos de los procesos de la organización, revisión documental y observación.

Posteriormente, se diseñó una metodología de gestión de la calidad enmarcado en el contexto de la empresa, las recomendaciones de la guía PMBOK, *Scrum*, las buenas prácticas de la ingeniería de software y la mejora continua. Esta metodología la componen una serie de procesos, políticas, procedimientos y plantillas que apoyan y facilitan la aplicación de la misma en los proyectos que ejecuta la empresa.

Finalmente se propone una estrategia, progresiva e incremental, para implementar la metodología de gestión de la calidad en Avantica Technologies, tomando en consideración su cultura organizacional.

Palabras clave: Gestión de proyectos, PMBOK, Gestión de la calidad, *Scrum*, Guía metodológica.

ABSTRACT

Avantica Technologies is a costa rican software development company with more than 20 years of experience. Software development industry is known by its constant change and highly competitiveness, because of that the company uses Scrum, a very popular and adopted software development methodology that embraces change.

The company has identified several problems related to the software quality that diminished its competitive advantage, economic performance and negatively impact its client's satisfaction: high rework percentage, low productivity, low confidence in the quality of the software products, high defects percentage, overcharges, among others.

The main objective of this investigation is to propose a quality management methodology that supports Avantica Technologies project management activities in order to improve the quality of the processes and software products from a preventive perspective.

To meet this objective, a company situation analysis was performed to identify the main issues, gaps and defects related with the quality. For this, a serie of interviews, questionnaires, and focal groups took place with the participation of company key stakeholders. This was complemented with an analysis of the organizational process assets, observation and document reviews.

Later, a quality methodology was designed based on the company context, PMBOK recommendations, Scrum, software engineering best practices and continuous improvement. This methodology provides processes, policies, procedures, templates and documentation to ease the adoption in the company.

Finally, a progressive and incremental strategy is proposed to implement the quality management methodology in Avantica Technologies taken into consideration the company's organizational culture.

Keywords: Project management, PMBOK, Quality management, Scrum, Methodology guide.

INTRODUCCIÓN

Es común que las empresas de desarrollo de software concentren su esfuerzo de administración de proyectos en la gestión adecuada de las restricciones de costo, tiempo y alcance. Sin embargo, tienden a descuidar un cuarto componente igual de importante: la calidad. A menudo, en el desarrollo de software, se considera la calidad como un proceso de inspección del producto final. Sin embargo esto va en contra de las recomendaciones y buenas prácticas de la gestión de proyectos, las cuales afirman que la calidad debe ser preventiva, planeada y construida desde el principio. Una mala gestión de la calidad produce un sinnúmero de problemas que impactan negativamente los proyectos, entre los que se pueden mencionar: sobrecostos, retrabajo, baja productividad, daño a la imagen de las empresas, falta de confianza, clientes insatisfechos, retrasos, entre otros. Avantica Technologies no escapa a estos problemas y recientemente la calidad se ha convertido en un tema de preocupación y discusión dentro de la organización.

Ante dicha problemática, la presente investigación, pretende abordar el problema proponiendo una metodología orientada a mejorar la gestión de la calidad de proyectos de software, que toma en consideración la mejora continua, las mejores prácticas de la ingeniería de software, las recomendaciones del PMBOK, *Scrum* y la búsqueda de la satisfacción de las expectativas de los clientes. Además, con el fin de facilitar la adopción de la metodología, se ha considerado la cultura organizacional, los objetivos estratégicos, los factores ambientales de la empresa y la filosofía ágil del desarrollo de software.

Este documento está compuesto de varios capítulos en los cuales se desarrolla y describe el proceso de investigación realizado para alcanzar el objetivo general que corresponde a proponer una metodología de gestión de la calidad que apoye la administración de proyectos en Avantica Technologies.

El capítulo I está compuesto por las generalidades de la investigación, donde se describe la situación actual de la empresa, la justificación del estudio, el planteamiento del problema, los objetivos del proyecto, el alcance y las limitaciones.

Posteriormente, en el capítulo II, que consiste del marco conceptual de la investigación, se contextualiza la base de conocimiento, es decir, la teoría que sirve de piedra angular sobre la que se sustenta esta investigación. En el marco teórico se puede encontrar conocimiento relacionado a la calidad y la gestión de proyectos, como lo son PMBOK, *Scrum*, mejora continua, modelos de madurez y estándares de calidad internacionales.

En el capítulo III se presenta el marco metodológico de la investigación, el cual describe e identifica las fuentes de información, técnicas y herramientas utilizadas para la recopilación de datos y los pasos a seguir para procesar y analizar la información recolectada.

Los datos obtenidos, producto de seguir y aplicar el plan definido en el marco metodológico, son procesados en el capítulo IV, que corresponde al análisis de resultados. En este capítulo se analiza la situación actual de la empresa, se identifican defectos y brechas en los procesos de calidad y de gestión de proyectos de software, se propone una metodología de gestión de la calidad y una estrategia de implementación de la misma en Avantica Technologies.

La investigación finaliza con las secciones de conclusiones y recomendaciones, en las cuales se resumen los principales hallazgos y resultados de la investigación,. así como se sugieren mejoras, correcciones o cursos de acción que deben ser tomados en consideración por la empresa y los responsables de implementar la metodología de gestión de la calidad propuesta en este trabajo.

CAPÍTULO 1. GENERALIDADES DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de este capítulo lo componen las generalidades de la investigación. Se describe la situación actual de la empresa, la justificación del estudio, el planteamiento del problema, los objetivos del proyecto, el alcance y las limitaciones.

1.1 Marco de Referencia Empresarial

Avantica Technologies es una empresa de capital costarricense, con más de 20 años de experiencia en el área de la tecnología de la información. Actualmente cuenta con 1800 proyectos finalizados exitosamente y mantiene en promedio 124 proyectos en ejecución anualmente, de los cuales un 80% corresponde a proyectos que se ejecutan utilizando una metodología ágil, específicamente variantes de *Scrum* (Avantica Technologies, 2015). La empresa se especializa en servicios de ingeniería de software.

Su negocio se dirige tanto a empresas consolidadas como a empresas emergentes. Cuenta con oficinas comerciales en *Silicon Valley* y cuatro centros de desarrollo e ingeniería de software en Latinoamérica (Avantica Technologies, 2015).

Ofrece servicios de: arquitectura de software, desarrollo de software y aseguramiento de la calidad.

La empresa presta sus servicios mediante contratos de precio fijo, así como contratos de tarifa mensual.

Los tipos de proyectos que gestiona y desarrolla Avantica Technologies son muy heterogéneos. Los proyectos van desde los tres meses de duración hasta los tres años. Los lenguajes de programación requeridos por los clientes son muy variados, así como las plataformas de desarrollo, entre las que se pueden citar: dispositivos móviles, sistemas empujados, aplicaciones *web*, *big data*, aplicaciones de escritorio, entre otros (V. Solís, entrevista personal, Setiembre, 9, 2016).

La empresa constantemente se encuentra investigando las nuevas tendencias en tecnología y sobretodo las que más solicitan los clientes. Esto es necesario para mantenerse competitivo y diferenciado en el mercado de desarrollo de software.

El organigrama de Avantica Technologies es el siguiente:

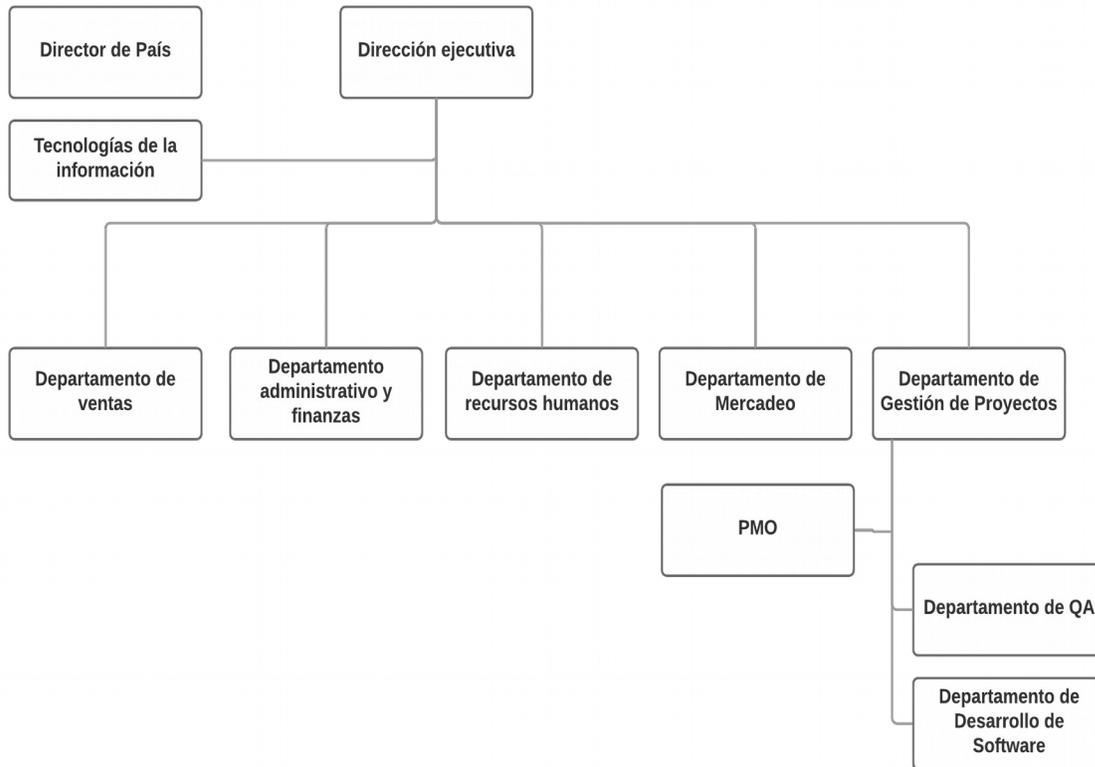


Figura 1.1: Organigrama de Avantica Technologies.

Fuente: Elaboración propia, tomado del organigrama corporativo de Avantica Technologies.

La estructura de la organización es un factor ambiental de la empresa que debe considerarse porque influye en el modo de dirigir los proyectos. Avantica Technologies tiene un Gerente de Directores de Proyectos (Director de la PMO), y los Gerentes de Proyecto tienen dedicación plena y una autoridad considerable. Por eso la estructura organizacional de Avantica Technologies puede clasificarse como matricial fuerte, la cual, según el PMI "refleja una mezcla de características de las organizaciones funcionales y de las orientadas a proyectos" (Project Management Institute, 2013a, p 23).

Tal como se puede apreciar en el organigrama de la empresa, el ápice estratégico está constituido por la figura del Director Ejecutivo, quien toma las decisiones a nivel gerencial de la empresa.

Al mismo nivel se encuentra el Director de País, cuya función principal es identificar oportunidades de negocio en los países en los que Avantica Technologies está instalada.

Inmediatamente abajo, en la línea de jerarquía, se encuentra Tecnologías de la Información (TI). Cabe resaltar, que en el caso de Avantica Technologies, el Departamento de TI (y no la PMO) es el que coordina los temas estratégicos respecto a la gestión y desarrollo de proyectos de software.

Después del Departamento de TI, se encuentran los Departamentos de Ventas, Administrativo y Financiero, Recursos Humanos, Área de Gestión de Proyectos de Software¹ y Mercadeo. La PMO es un departamento subordinado al Área de Gestión de Proyectos de Software. Asimismo, bajo la jerarquía del Área de Gestión de Proyectos de Software se encuentran los departamentos de QA (Aseguramiento de la Calidad) y Desarrollo de software.

Durante los últimos 20 años, Avantica Technologies ha evolucionado de una organización con estructura simple (todas las decisiones importantes están concentradas en manos del director general) a una estructura burocrática profesionalizada, la cual se caracteriza principalmente porque contrata especialistas debidamente preparados con diferentes perfiles profesionales: ingenieros en sistemas, ingenieros de aseguramiento de la calidad, mercadólogos, y diseñadores gráficos para su núcleo de operaciones, confiriéndoles un control considerable sobre su propio trabajo. Debido a que Avantica Technologies cuenta con experiencia en la gestión y desarrollo de proyectos existió la necesidad de evolucionar y actualmente cuenta con una estructura organizacional orientada a proyectos.

En una organización orientada a proyectos, “los miembros del equipo a menudo están ubicados en un mismo lugar. La mayor parte de los recursos de la organización están involucrados en el trabajo de los proyectos y los directores de proyecto tienen bastante independencia y autoridad” (Project Management Institute, 2013a, p. 24). Las organizaciones orientadas a proyectos como Avantica Technologies, suelen contar con unidades organizacionales denominadas departamentos, sin embargo pueden reportar directamente al director del proyecto o bien prestar servicios de apoyo a varios proyectos.

Para conocer más a fondo la empresa es importante mencionar su misión y su visión.

Misión: “Avantica Technologies es un equipo de profesionales talentosos e innovadores que proveen servicios en gestión y desarrollo de software de clase mundial para ayudar a nuestros clientes a lograr sus objetivos de negocio” (Quesada. D, correo electrónico, Setiembre, 7, 2016).

Visión: “Ser una de las empresas de servicios de software más reconocidas en el continente americano y ser el líder en los países en los que operamos” (Quesada. D, correo electrónico, Setiembre, 7, 2016).

¹ La metodología de gestión de la calidad, producto de este trabajo, será implementado en este departamento.

1.2 Planteamiento del Problema

Las deficiencias en la gestión de la calidad de proyectos de software dentro de la organización, generan los siguientes efectos:

- Errores en la estimación de la duración de los proyectos. La corrección de defectos incrementa el esfuerzo y tiempo de desarrollo.
- Retrabajo. Se incurre en horas extras no contempladas en la estimación inicial, lo que incrementa los costos del proyecto y disminuye la rentabilidad.
- Pérdida de confianza en la calidad del producto. El software se ve afectado por defectos que son detectados por el cliente y que pudieron ser prevenidos o detectados en etapas tempranas.
- Costos adicionales para el cliente. Un producto de baja calidad no cumple con los requisitos del cliente, obligándolo a no utilizar el software adquirido, perder la inversión y acudir a otros proveedores.
- Impacto a la marca. La mala calidad del software, afecta la imagen y ventaja competitiva de Avantica Technologies.

1.3 Justificación del Estudio

Avantica Technologies utiliza una metodología de gestión de proyectos creada a la medida por la PMO. Esta metodología está inspirada en la Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos del PMI, pero muy adaptada a las necesidades y particularidades de la empresa y al desarrollo de software. No se apega rigurosamente a ningún estándar reconocido internacionalmente. La metodología es conocida internamente en la empresa como: “*Avantica's Project Delivery Methodology*” (Avantica Technologies, 2016)

La metodología de gestión de proyectos de Avantica Technologies está compuesta por las siguientes etapas o procesos (Avantica Technologies, 2016):

1. **Creación de una propuesta de negocios:** Todo proyecto de software, antes de ser considerado para su ejecución, debe estar respaldado por una propuesta de negocio y poseer un enunciado de trabajo (*Statement of work*), que es muy similar a un acta de constitución del proyecto. Esta etapa puede requerir contratos con el cliente.
2. **Ejecutar el pre-inicio del proyecto:** En esta etapa los departamentos de pre-ventas, ventas, PMO y el PM del proyecto, revisan a fondo la propuesta de negocios para validarla y aceptarla. Si la propuesta es aceptada, se crea un cronograma, presupuesto y definición del alcance inicial que se le presentará al cliente y por lo general, se negocian para que estén sujetos a cambios. Se analiza a diferentes niveles de profundidad temas relacionados a: riesgos, recursos, tiempo, costo, alcance, adquisiciones y recurso humano. No se contempla explícitamente sobre las áreas del conocimiento de calidad, comunicaciones, ni interesados.
3. **Inicio proyecto:** Una vez que la empresa y el cliente deciden ejecutar el proyecto se da inicio al mismo. Se realiza una reunión inicial, se incorpora el equipo de desarrollo al proyecto, empieza la interacción más a menudo con el cliente y a partir de este punto se refinan el cronograma, el presupuesto y el alcance.
4. **Análisis de requerimientos:** Es muy similar a los procesos de recopilar requisitos (proceso 5.2) y definir el alcance (proceso 5.3) que propone la guía PMBOK.
5. **Planeamiento del proyecto:** Es una mezcla de gestión del tiempo del proyecto con planificación del proyecto. Esto porque se construye un cronograma detallado basado en el análisis de requerimientos. Y además se crea un plan de proyecto similar al que sugiere la guía del PMBOK. Se producen una serie de documentos adicionales entre los que se pueden mencionar: análisis del sistema, diseño del sistema, arquitectura del sistema, calendario de reuniones, entre otros.
6. **Ejecutar la etapa de construcción:** Consiste en la programación del software basándose en la planificación definida en la etapa anterior.
7. **Pruebas de aceptación:** Es muy similar a validar el alcance (proceso 5.5) que consiste en formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se han completado. Lo conforman una serie de pruebas y certificaciones ejecutadas por el equipo de QA de Avantica Technologies y

reuniones con el cliente que acepta o rechaza los entregables de acuerdo al alcance definido y la calidad esperada.

8. **Gestión del lanzamiento:** Consiste de una serie de actividades propias del desarrollo de software como lo son: realizar pruebas de regresión, registrar y reparar defectos, documentar el proceso de lanzamiento, preparar ambientes de prueba, calendarizar los lanzamientos en los diferentes ambientes, crear planes de contención, entre otros.
9. **Planificación de la puesta en producción:** Cada vez que un entregable del sistema está estable, probado, y aceptado por el cliente, se procede a su instalación en producción. Esta etapa incluye la calendarización de la actividad, creación o actualización de manuales, planeamiento de la actividad, asignación de recursos y capacitaciones.
10. **Entrega al cliente:** Una vez que la planificación de la instalación está lista, el cliente debe dar el visto bueno y se procede a la entrega del software en producción. El equipo debe estar preparado para dar soporte o revertir los cambios a una versión estable del sistema en caso de que se produzcan fallos inesperados.
11. **Monitoreo y control:** Son actividades y procesos que se realizan a lo largo del proyecto para garantizar que la ejecución está acorde con lo planificado. Son los procesos requeridos para rastrear, analizar y dirigir el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para realizar las correcciones correspondientes. Brinda información sobre la salud del proyecto.
12. **Cierre de la ejecución:** Consiste en la finalización de la programación del software. El equipo de proyecto planifica y ejecuta la última instalación en producción.
13. **Cierre del proyecto:** Consiste de las actividades que formalizan la finalización del proyecto. Se realizan reportes de cierre y se liberan recursos.

Todas las etapas anteriormente mencionadas están sujetas a control y seguimiento a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Además, se cuenta con una serie de plantillas, hojas de cálculo, listas de verificación, formatos de documentos estándar, entre otros, que apoyan la aplicación de la metodología de acuerdo a lo requerido por la PMO.

Puede observarse, en la metodología de administración de proyectos de la empresa, al menos los cinco grupos de procesos básicos propuestos por la guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía PMBOK): Inicio, planificación, ejecución, monitoreo y control y cierre. Sin embargo, en lo que respecta a los procesos, “la empresa se tomó muchas libertades respecto a lo recomendado por la guía PMBOK y no se toma en consideración todas las áreas del conocimiento” (V. Solís, comunicación personal, Agosto, 28, 2016).

Aunque la metodología de gestión de proyectos es de uso obligatorio, “los procesos no se aplican con rigurosidad y poseen defectos los cuales impactan negativamente la calidad” (V. Solís, comunicación personal, Agosto, 28, 2016).

Cada proyecto de desarrollo de software de Avantica Technologies “utiliza su propia versión personalizada de *Scrum*”. (V. Solís, comunicación personal, Agosto, 28, 2016).

Esta metodología le permite a la empresa satisfacer las necesidades del cliente en un entorno caracterizado por el cambio constante. Una situación alarmante es que el aseguramiento y control de la calidad se consideran actividades secundarias en el proceso de gestión de proyectos.

Debido a como se negocian los proyectos, si el cliente está dispuesto a pagar por servicios de QA, entonces se ejecutan tareas de detección de defectos utilizando estándares internos definidos por el departamento de QA². “Si el cliente no paga por servicios de QA, cada equipo tiene libertad de definir cómo gestionar la calidad del proyecto y del producto” (V. Solís, comunicación personal, Agosto, 28, 2016).

En Avantica Technologies, el proceso de gestión de la calidad es reactivo y no proactivo porque “se concentra en reparar los defectos en lugar de ejecutar actividades que ayuden a prevenirlos” (V. Solís, comunicación personal, Agosto, 28, 2016).

En cuanto a aseguramiento de la calidad, no existe el concepto de auditoría o revisiones de calidad en la empresa³.

Estas situaciones han derivado en que los proyectos presenten un sinnúmero de problemas relacionados con la calidad, entre los que se pueden citar (V. Solís, entrevista personal, Setiembre, 9, 2016):

- Porcentajes altos de retrabajo. En promedio los proyectos deben invertir 20% del tiempo del *sprint* solucionando defectos encontrados por el equipo de QA.
- Acumulación de deuda técnica⁴. Las herramientas de revisión estática de código han encontrado proyectos con porcentajes alto de código duplicado (hasta un 20%), solo el 10% de los proyectos utilizan un estándar de estilo de código. Un porcentaje bajo (15%) de los proyectos practican *refactoring*. Solamente un 5% de los proyectos realizan revisión de código (*code review*). Muy pocos proyectos realizan pruebas unitarias (25%).
- Gran cantidad de defectos.
- Insatisfacción del cliente debido a:
 - Baja calidad del software.
 - Alto porcentaje de retrabajo que impide agregar nuevas funcionalidades al software.

2 Es importante destacar que dicho estándar es interno de Avantica y no se basa en ningún estándar conocido internacionalmente.

3 El departamento de QA en Avantica, se dedica a la detección de defectos en los productos y no al aseguramiento de la calidad tal y como lo define la guía PMBOK.

4 En software, la deuda técnica es sinónimo de “tomar atajos de manera responsable”. Ocurre cuando el equipo del proyecto se ve obligado a irrespetar u omitir procesos porque surgen tareas o actividades de mayor prioridad y deben atenderse de inmediato. En la gestión de proyectos, el omitir procesos, por lo general, aumenta el riesgo de impactar negativamente la calidad.

- Degradación de la productividad debido a que cada vez se debe invertir más tiempo reparando defectos que desarrollando funcionalidad requerida por el cliente.
- Retrasos
- Desviaciones de hasta un 50% entre el trabajo planificado y el ejecutado debido a la baja calidad de la gestión de los procesos⁵ de la administración de proyectos.

Los problemas anteriormente mencionados, por lo general, son síntomas de una de gestión de proyectos inadecuada, de un aseguramiento de la calidad defectuoso e inexperiencia del director de proyectos en la gestión de proyectos de software.

Avantica Technologies carece de una adecuada gestión de la calidad y es consciente que esta situación es insostenible en el tiempo.

El tema es tan relevante para la empresa que la calidad es parte de los objetivos estratégicos: “Colocar la calidad como elemento fundamental y diferenciador que garantice la total satisfacción y lealtad de nuestros clientes” (V. Solís, comunicación personal, Agosto, 28, 2016). Por eso, la empresa está desarrollando iniciativas que fortalezcan la gestión de la calidad de proyectos de software y el presente trabajo es un esfuerzo en esa dirección.

Avantica Technologies cuenta con una herramienta desarrollada internamente para el control y seguimiento de los proyectos (llamada *Dashboard*). Esta herramienta “recolecta información de las diversas áreas del conocimiento de la gestión de proyectos para extraer métricas (KPIs)” (V. Solís, comunicación personal, Agosto, 28, 2016).

De la herramienta interna de control de proyectos se extrajeron los siguientes hallazgos (V. Solís, entrevista personal, Setiembre, 9, 2016):

- En el último año, un 40% de los proyectos no se han terminado dentro del costo y tiempo estimados (problemas de estimación).
- En promedio, 15% de los proyectos son cancelados por clientes inconformes con la calidad del producto.
- En promedio, 20% del tiempo de cada *sprint* se consume en retrabajo.
- El 75% de los proyectos reporta acumulación de deuda técnica que afecta la productividad del equipo, la capacidad de entregar funcionalidad al cliente y la calidad del proceso y del producto.
- Un 35% del costo del desarrollo del software se está invirtiendo en la detección y corrección de errores.
- Un 30% de los defectos son detectados y reportados por los clientes finales y no por los programadores o los especialistas en QA, impactando negativamente la imagen de la empresa, generando fricciones con el cliente y pérdida de confianza en la calidad del producto.

⁵ Iniciación, planificación, ejecución, control y seguimiento, y cierre.

Adicionalmente, el director de la PMO, Vladimir Solís, basado en su experiencia y en la información del sistema interno de gestión de proyectos de Avantica Technologies, considera que los factores que más están afectando la calidad son los siguientes (V. Solís, entrevista personal, Setiembre, 9, 2016):

- Deficiencia y falta de estandarización en la gestión de la calidad de proyectos de software.
- Deficiente aseguramiento de la calidad. No se auditan los requisitos de calidad, ni se utilizan los estándares y las definiciones operativas adecuadas, que son clave para la mejora de los procesos.
- Deficiente control de la calidad. Los procesos orientados al monitoreo y registro de los resultados de la ejecución de las actividades de calidad son ineficientes, omitidos o ignorados. Por lo tanto, no se puede evaluar el desempeño ni mucho menos recomendar mejoras.
- Acumulación de deuda técnica producto de una defectuosa gestión de la calidad de los proyectos, la cual disminuye dramáticamente la productividad de los equipos.
- El retrabajo puede llegar a niveles en los que se debe congelar la programación de nueva funcionalidad para dedicarse a solucionar problemas relacionados con defectos y errores, impactando así la gestión del tiempo, alcance, costo, riesgos y calidad del proyecto.
- El proceso de gestión de la calidad no es proactivo, se basa en corregir errores y defectos y se invierte muy poco o nada en prevenirlos.

Baja calidad de las estimaciones y planificación inicial que empeoran por la gran cantidad de defectos.

Lo anterior deriva en efectos negativos para la empresa en muchas áreas del conocimiento de la gestión de proyectos. Un proceso de gestión de proyectos de software de baja calidad produce retrasos y disminuye la productividad impactando así el área de conocimiento del tiempo. Un ejemplo de esta situación, fue el proyecto denominado “FATCA”, cuyo objetivo era desarrollar una aplicación de software que ayudara a varias entidades financieras del país a cumplir con la “Ley de Cumplimiento Fiscal de Las Cuentas en el Extranjero”, desarrollado en el 2014. El proyecto se planificó para cuatro meses pero se finalizó en siete meses. Los retrasos fueron producto de la disminución de la productividad causados por la gran cantidad de defectos encontrados por el cliente, lo cual obligó a la empresa a dedicar tres meses adicionales con respecto a lo planificado en la reparación y estabilización del sistema. Dicho tiempo y los recursos adicionales requeridos debieron ser asumidos por Avantica Technologies disminuyendo la rentabilidad del proyecto, situación que pudo ser evitada o mitigada si se hubiera tomado en consideración la gestión de la calidad en el proyecto (V. Solís, entrevista personal, Setiembre, 9, 2016).

Los retrasos, retrabajo y deuda técnica se traducen en la necesidad de invertir más dinero para corregir los problemas causados por una baja calidad impactando así el área de conocimiento del costo. En el proyecto del CRM⁶ de la empresa Estadounidense Insuperity, desarrollado desde el año 2010 al 2013, no se logró convencer al cliente de incorporar a ingenieros expertos en QA para que apoyaran la labor de certificación de la calidad del producto durante la ejecución del proyecto. Sin expertos en calidad que

6 Gestión de la relación con el cliente.

apoyen los procesos de desarrollo de software, la cantidad de defectos y retrabajo aumentaron dramáticamente. El reparar defectos incrementó los costos significativamente (casi un 40% más de lo planificado) y el retrabajo produjo la disminución de la productividad, lo cual fue fatal para el proyecto y produjo su cancelación (V. Solís, entrevista personal, Setiembre, 9, 2016).

Todo lo anterior “impacta el aspecto económico de la empresa: disminuye su eficiencia, sus márgenes de ganancia e impacta el retorno de la inversión esperada de los proyectos gestionados” (V. Solís, entrevista personal, Setiembre, 9, 2016).

Ante esta problemática la PMO de Avantica Technologies está decidida a mejorar la gestión de la calidad de los proyectos de software.

A continuación se incluye un análisis de los “cinco por qué”, el cual es útil para explorar relaciones de causa y efecto subyacentes a un problema particular.

Problema: Baja calidad y clientes insatisfechos.

1. **¿Por qué?** - La productividad del equipo de proyecto decae conforme avanza el proyecto.
2. **¿Por qué?** - Exceso de retrabajo y defectos que se deben atender y reparar, impactando así la capacidad del equipo de producir la funcionalidad planificada.
3. **¿Por qué?** - Baja calidad de los productos de desarrollo de software.
4. **¿Por qué?** - Omisión en la aplicación de los procesos de control y aseguramiento de la calidad de los proyectos de software.
5. **¿Por qué?** - Deficiente gestión de la calidad en la administración de proyectos de software.

Un árbol de problemas es una ayuda importante para entender la problemática que debe resolverse, por lo que se complementa muy bien con un análisis de los “cinco por qué”. El árbol de problemas, para el problema que enfrenta Avantica Technologies, se muestra a continuación:

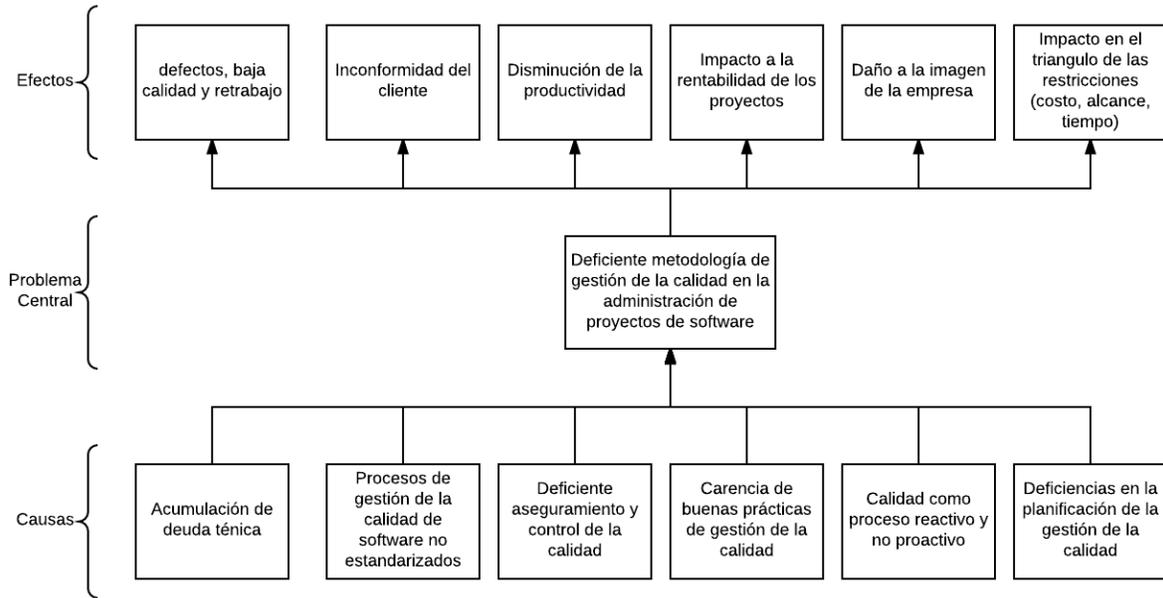


Figura 1.2: Árbol de problemas.

Fuente: Elaboración propia.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Proponer una metodología de gestión de la calidad que apoye la administración de proyectos de software en Avantica Technologies permitiendo desde una perspectiva preventiva mejorar la calidad de los productos y procesos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software de la empresa.
- Evaluar los procesos de la gestión de proyectos de la empresa identificando las principales brechas relacionadas a la calidad que deben cerrarse por la metodología propuesta.
- Proponer una estrategia de implementación de la metodología en la empresa.

1.5 Alcance

El alcance del proyecto consiste en generar un plan de gestión de la calidad que acompañe la administración de proyectos de software y que pueda implementarse lo más pronto posible dentro de la empresa Avantica Technologies, específicamente en el Área de Gestión de Proyectos de Software y no impactará ninguna otra área o departamento.

Actualmente la metodología de desarrollo de software que se utiliza en la mayoría de proyectos es *Scrum*. Por lo tanto, la metodología de gestión de la calidad toma en consideración dicha realidad.

Quedan por fuera del alcance de este trabajo todos aquellos proyectos que están protegidos por contratos de confidencialidad y aquellos en los cuales el cliente exige que se utilice su proceso propio de gestión de la calidad.

Dentro del alcance del proyecto es importante listar los entregables relacionados con los objetivos correspondientes, dicha información se esquematiza en la siguiente estructura de descomposición del trabajo.

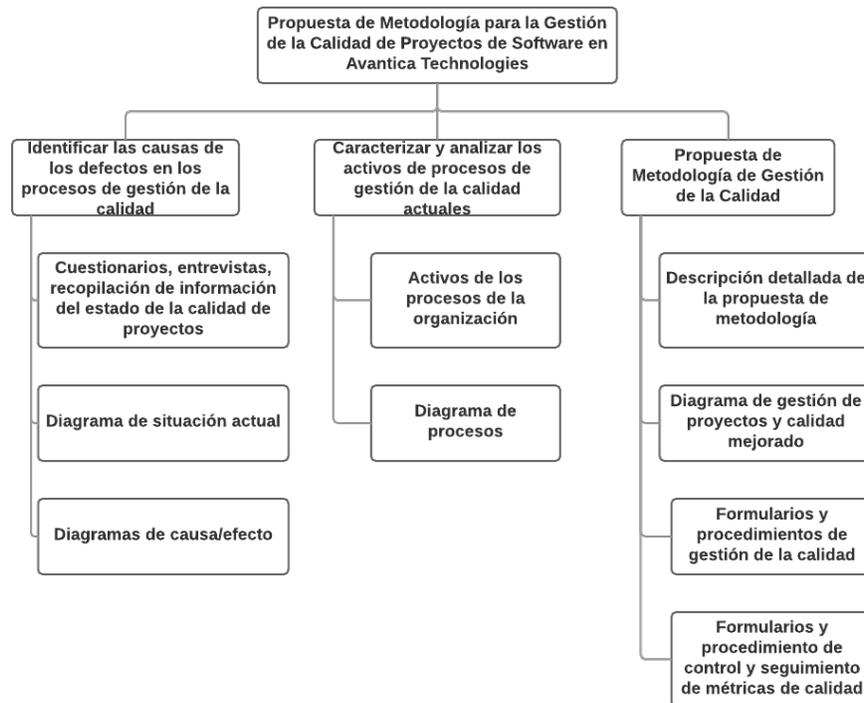


Figura 1.3: Estructura de descomposición del trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

1.6 Limitaciones

- Existen métricas y estadísticas de proyectos anteriores que pueden ayudar en el análisis para detectar los fallos en los procesos y los defectos más comunes en los productos, sin embargo la información es heterogénea y no está estructurada por lo que su análisis puede requerir un gran esfuerzo.
- La empresa no cuenta con una bitácora o repositorio de lecciones aprendidas y los activos de los procesos de la organización son escasos, no están bien documentados o son generados *ad hoc*.

CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO

El propósito de este capítulo es exponer las bases teóricas sobre las cuales se fundamenta la presente investigación. De esta manera, se hace una descripción de los conceptos básicos de administración de proyectos y gestión de la calidad, al mismo tiempo se establecen relaciones importantes entre ambos temas.

2.1 PMBOK (Marco de Referencia para la Gestión de Proyectos)

La Guía de Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK), es una colección de procesos y áreas del conocimiento aceptadas como mejores prácticas en la profesión de la gestión de proyectos. Es un estándar internacional reconocido por la ANSI (ANSI/PMI 99-001-2008) y la IEEE (IEEE 1490-2011). La Guía PMBOK, proporciona los fundamentos de la gestión de proyectos independientemente del tipo de proyecto.

Un proceso es un conjunto de acciones y actividades, relacionadas entre sí, que se realizan para crear un producto, resultado o servicio. El PMBOK, en su quinta edición, reconoce 47 procesos que se relacionan, traslapan e interactúan a lo largo de un proyecto o fase. Los procesos se describen en términos de:

- **Entradas:** Documentos, planes, diseños, activos de los procesos de la organización, factores ambientales de la empresa, etc.
- **Herramientas y técnicas:** Son mecanismos aplicados a las entradas como: reuniones, juicio experto, técnicas analíticas, entre otros.
- **Salidas:** Documentos, productos, planes, etc.

El PMBOK organiza los procesos en diez áreas del conocimiento y en cinco grupos de procesos.

Los cinco grupos de procesos se listan a continuación:

- **Grupo de procesos de inicio:** Utilizados para definir un nuevo proyecto o fase de un proyecto existente.
- **Grupo de procesos de planificación:** Requeridos para definir el alcance del proyecto y establecer el curso de acción óptimo para alcanzar los objetivos del proyecto.
- **Grupo de procesos de ejecución:** Lo conforman los procesos necesarios para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto.
- **Grupo de procesos de monitoreo y control:** Procesos que apoyan la revisión constante del progreso y desempeño del proyecto. Permiten detectar desviaciones respecto a lo planificado y la ejecución de acciones correctivas.
- **Grupo de procesos de cierre:** Lo conforman los procesos necesarios para el cierre formal del proyecto o fases del mismo.

Por su parte, las diez áreas del conocimiento se explican a continuación:

- **Gestión de la integración del proyecto:** Según el *Project Management Institute* (2013a), “incluye los procesos y actividades necesarios para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto” (p. 63). Consiste en tomar decisiones sobre dónde y cómo concentrar los recursos del proyecto, su planificación, ejecución, control de cambios y seguimiento. Gestiona el ciclo de vida completo del proyecto desde el inicio hasta el fin.
- **Gestión del alcance del proyecto:** Lo conforman "los procesos necesarios para garantizar que el proyecto incluya todo el trabajo necesario y únicamente el trabajo necesario para completar el proyecto con éxito" (Project Management Institute, 2013a, p. 105). La gestión del alcance se concentra en definir, controlar y validar lo que está y no está incluido en el proyecto. También incluye los procesos de recopilación de requisitos, definición del alcance y creación de la estructura de desglose del trabajo (EDT).
- **Gestión del tiempo del proyecto:** Según el *Project Management Institute* (2013a), “incluye los procesos requeridos para gestionar la terminación en plazo del proyecto” (p. 141). Consiste en definir las actividades del proyecto, su secuencia de ejecución, relaciones, duración y recursos. El principal producto es un cronograma, el cual será sujeto a control y seguimiento.
- **Gestión de los costos del proyecto:** “Incluye los procesos relacionados con planificar, estimar, presupuestar, financiar, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado” (Project Management Institute, 2013a, p.193). El objetivo de esta área del conocimiento es la adecuada administración del presupuesto y las finanzas del proyecto.
- **Gestión de la calidad del proyecto:** De acuerdo con el *Project Management Institute* (2013a), “incluye los procesos y actividades que establecen las políticas, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga el alcance” (p. 227). Consiste de la planificación, aseguramiento y control de la calidad. Toma en consideración tanto la calidad de la gestión del proyecto como la de sus entregables.
- **Gestión de los recursos humanos del proyecto:** “Incluye los procesos que organizan, gestionan y conducen al equipo del proyecto” (Project Management Institute, 2013a, p. 255). Son los procesos esenciales que definen cómo los recursos humanos serán utilizados, desarrollados, adquiridos y gestionados.
- **Gestión de las comunicaciones del proyecto:** Lo conforman “los procesos requeridos para asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados” (Project Management Institute, 2013a, p. 287). Todo proyecto requiere un gran trasiego de información entre el equipo de proyecto y los interesados, el cual debe ser gestionado eficazmente.

- **Gestión de los riesgos del proyecto:** El *Project Management Institute* (2013a) indica que “incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión de riesgos, así como la identificación, análisis, planificación de respuesta y control de los riesgos de un proyecto” (p. 309). El objetivo de esta área del conocimiento es gestionar los riesgos de forma tal que se maximice el impacto y probabilidad de los eventos positivos y se minimice el impacto y probabilidad de los eventos negativos. Consiste en identificar, analizar, controlar y planificar la respuesta a los riesgos.
- **Gestión de las adquisiciones del proyecto:** Lo conforman los “procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto” (Project Management Institute, 2013a, p. 355). Incluye los procesos necesarios para gestionar y controlar los contratos de productos y servicios brindados por terceros.
- **Gestión de los interesados del proyecto.** Según el *Project Management Institute* (2013a), lo conforman “los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto” (p. 391). Incluye la gestión adecuada para lograr que los interesados participen en la toma de decisiones y ejecución del proyecto. Considera la comunicación constante con los interesados para comprender sus necesidades y expectativas, así como la gestión de los conflictos y la búsqueda de la satisfacción de los requisitos de los interesados.

Durante décadas la guía PMBOK ha sido un estándar aceptado y aplicado en un sin número de proyectos de índole muy diversa. Las buenas prácticas en gestión de proyectos constituyen una serie de herramientas que aplicadas de manera lógica y consistente, elevan la probabilidad de desarrollar proyectos exitosos dentro del alcance, costo y tiempo definido.

En el caso concreto de los proyectos de software, aunque las buenas prácticas de la guía PMBOK son relevantes e indispensables, existen condiciones relacionadas con el financiamiento, constante cambio, alto riesgo e incertidumbre, que obliga a considerar una serie de factores particulares.

Adicionalmente, muchos administradores de proyectos de software han enfrentado retos en el proceso de adaptar o trasladar el enfoque establecido por la guía PMBOK a proyectos de software que utilizan ciclos de vida adaptativos (como ágil) que son más comunes en el desarrollo de software. Es por eso que el PMI desarrolló lo que se conoce como Extensión de Software de la guía PMBOK.

La Extensión de Software de la guía PMBOK describe las prácticas comúnmente aceptadas para la gestión de proyectos de software. El objetivo de la Extensión de Software es “expandir los procesos, vocabulario, entradas, herramientas, técnicas y salidas detalladas en la guía PMBOK y brindar términos más precisos y específicos que pueden utilizarse en la gestión de proyectos de software” (Project Management Institute, 2013b, p. 1).

La Extensión de Software del PMBOK, justifica su existencia en el hecho de que los proyectos de software tienen ciertas particularidades que la guía PMBOK, por su generalidad, no puede cubrir (Project Management Institute, 2013b, p. 6):

- Los proyectos de software son un producto intangible y maleable. El desarrollo de software es un proceso de aprendizaje, en el que se adquiere conocimiento y se genera información durante la ejecución del proyecto (alta incertidumbre).
- Los requisitos varían constantemente a lo largo del proyecto conforme se adquiere conocimiento y se disminuye la incertidumbre. Los proyectos de software deben desarrollar estrategias para adaptarse al cambio constante.
- Los requisitos y la modificación de un software a menudo influyen y son influenciados por los procesos de negocio de una organización y los procesos de flujo de trabajo de los empleados.
- El capital intelectual del personal es el activo principal en los proyectos de software, porque el software es un producto directo de los procesos cognitivos humanos.
- La comunicación y la coordinación dentro de los equipos de software a menudo carecen de claridad. Muchas de las herramientas y técnicas utilizadas en la ingeniería de software están orientadas a mejorar la comunicación y coordinación.
- La creación de software requiere la solución innovadora de problemas. La mayoría de los proyectos de software desarrollan productos únicos porque la replicación de software es un proceso sencillo, en comparación con la replicación de artefactos físicos. Los proyectos de software son más afines a los proyectos de investigación y desarrollo que a proyectos de construcción o fabricación de productos.
- Los proyectos de software suponen un riesgo e incertidumbre, porque requiere innovación, el producto es intangible, la productividad variable y la comunicación de los requisitos entre los interesados es abstracto y complejo.
- La planificación inicial y estimación de proyectos de software es un reto debido a que estas actividades dependen de requisitos, que son a menudo imprecisos o altamente abstractos. La estimación es un reto porque la productividad de los programadores es muy variable. Lo anterior debido a que el proceso de programación es una actividad creativa y no mecánica, que involucra gestionar y coordinar muchas interacciones y relaciones entre entidades abstractas e intangibles.
- Las pruebas de software exhaustivas no son prácticas debido al tiempo requerido para ejercitar todas las rutas lógicas e interfaces y tomando en consideración todas las combinaciones de datos de entrada.
- La cuantificación y medición objetiva de la calidad del software es difícil debido a la naturaleza intangible y abstracta del software.
- Los desarrolladores de software utilizan procesos, métodos y herramientas que están en constante evolución y se actualizan con frecuencia.
- Por lo general, un producto de software debe operar en una variedad de plataformas de hardware e interactuar con muchas otras piezas de software que no comparten una interfaz común.

La Extensión de Software no está diseñada para ser utilizada de forma independiente, sino como complemento a la guía PMBOK. Contiene buenas prácticas y recomendaciones para la gestión de proyectos de software, principalmente aquellos que utilizan ciclos de vida adaptativos. La Extensión de Software sigue el mismo formato y estilo que la guía PMBOK; y está compuesta de los mismo 47 procesos, 10 áreas del conocimiento y cinco grupos de procesos. Para cada proceso describe las entradas, herramientas, técnicas y salidas, con descripciones y guías para su aplicación en proyectos de software. En caso de que algún elemento se mantenga sin cambio, simplemente se hace referencia a la sección de la guía PMBOK que debe consultarse.

2.2 Scrum (Marco de Referencia Ágil para el Desarrollo de Proyectos)

*Scrum*⁷ no es un proceso estandarizado donde metodológicamente se sigue una serie de pasos secuenciales que garantizan entregar a tiempo y dentro del presupuesto productos de calidad que satisfaga a los clientes. En su lugar, *Scrum* es un marco de referencia ágil para organizar y gestionar el trabajo de un proyecto. *Scrum* se basa en un conjunto de valores, principios y prácticas que proporcionan los fundamentos sobre el cual cada organización modifica y agrega sus prácticas de gestión de proyectos, ingenieriles y enfoques específicos, produciendo así su propia versión de una metodología basada en el marco de referencia *Scrum*.

Como menciona Rubin (2012), "el resultado será una versión de *Scrum* única y adaptada a la organización" (p. 13). Se puede observar acá un paralelismo entre PMBOK y *Scrum*, ambos son marcos de referencia y no metodologías.

Scrum es como los cimientos y los muros de un edificio. Los valores, principios y prácticas son las piedras angulares, los componentes estructurales clave. No pueden modificarse sin riesgo de colapso. Sin embargo, siempre y cuando los pilares no se modifiquen se pueden hacer las personalizaciones necesarias para que el proceso se adapte a las particularidades de la empresa.

Scrum es el marco de referencia ágil más popular y produce mejores resultados en comparación con otras metodologías y marcos de referencia de software. Como apunta el co-creador de *Scrum*, Sutherland (2014), "equipos *Scrum* eficaces, son entre tres a cuatro veces más productivos y sus entregables tienen mejor calidad que otros equipos que utilizan metodologías tradicionales" (p. 34).

Scrum está orientado a equipos de trabajo maduros, autogestionados y comprometidos. Esto se debe a que *Scrum* requiere que el equipo de proyecto decida en conjunto la mejor forma de crear los productos, cómo organizarse y cómo distribuir el trabajo.

Según el *Scrum Body of Knowledge*, el marco de referencia *Scrum* ofrece a los proyectos de software los siguientes beneficios clave: "adaptabilidad, transparencia, retroalimentación continua, mejora continua, entrega continua de valor, calidad, proceso de desarrollo eficiente, solución rápida de problemas, está centrado en el cliente, ambiente de alta confianza, alta velocidad y propiedad colectiva" (ScrumStudy, 2016, p. 4).

7 Debido a que no existen traducciones oficialmente aceptadas de los distintos conceptos relacionados a *Scrum* se utilizarán los términos originales en inglés en la presente investigación.

A continuación, se describe brevemente, los roles, actividades y artefactos que componen el marco de referencia *Scrum* (Rubin, 2012):

- **Roles:**

- *Product owner*: Es el dueño del producto. Posee liderazgo y el poder para decidir y opinar sobre cualesquiera características del producto o requisitos. Es la autoridad única que decide qué funcionalidades son importantes para el negocio y por lo tanto deben incluirse en el producto. Es el punto de contacto entre el *development team* y el negocio (patrocinadores, clientes y usuarios). Debe estar siempre disponible para atender cualquier duda del *Scrum master* o el *development team*.
- *Scrum master*: Es un facilitador del proceso. Conoce a fondo el marco de referencia *Scrum*, sus principios, prácticas y valores. No es un administrador de proyectos sino más bien un líder y el puesto puede rotar entre los miembros del equipo. Su función es eliminar cualquier impedimento u obstáculo que pueda encontrar el equipo.
- *Development team*: Lo componen los programadores, diseñadores, expertos en QA, administradores de bases de datos, arquitectos, entre otros. Es un equipo multifuncional y multidisciplinario que tiene las capacidades de generar los productos y servicios necesarios para cumplir con el alcance del proyecto.
- *Scrum team*: Es un término que se utiliza para referirse al conjunto de todos los involucrados mencionados anteriormente: *product owner*, *Scrum master* y *development team*

- **Actividades:**

- *Sprint* (iteración): En *Scrum*, el trabajo es realizado en iteraciones o ciclos cortos denominados *sprints*, que se extienden entre una a cuatro semanas. Tienen una duración fija de tiempo y todos los *sprints* del proyecto duran lo mismo. Al finalizar un *sprint* otro más inicia.
- *Sprint planning*: El *product backlog*, contiene más cantidad de trabajo que el que puede ser completado en un *sprint*. Por eso, al inicio de cada *sprint*, el *product owner*, el *Scrum master* y el *development team*, realizan una actividad de planificación donde definen el objetivo del *sprint* y las historias⁸ de mayor prioridad que deben desarrollarse en la iteración que está por comenzar.
- *Sprint execution*: Consiste en ejecutar las actividades para completar el trabajo planificado y cumplir con el objetivo del *sprint*. Nadie le dice al equipo cómo o en qué orden debe ejecutar las tareas o actividades debido a que el equipo es autogestionado.

8 Similar a un requisito

- *Daily scrum*: Cada día de un *sprint*, deseablemente a la misma hora, el equipo tiene una reunión corta de inspección y adaptación de máximo 15 minutos. Cada miembro del equipo responde de forma breve las siguientes preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué haré hoy? y ¿Qué me tiene bloqueado?.
 - *Sprint review*: Al final de cada *sprint*, el equipo se reúne con los interesados del proyecto para demostrar el producto, el cual incluye lo desarrollado en el *sprint* que recién termina. El objetivo es que todos los involucrados del proyecto reciban retroalimentación continua y oportuna y se revise el avance real del proyecto; esto porque lo que se demuestra es un producto listo para ser entregado e instalado en producción en caso de que así lo requiera el negocio (o interesados). El *product owner* y el equipo de proyecto toman nota de las observaciones relacionadas a la calidad del producto.
 - *Sprint retrospective*: El equipo se reúne, inmediatamente después del *sprint review* para discutir los procesos y actividades que componen la metodología, con el objetivo de mejorarla o corregir los defectos. Se discute qué salió bien, qué salió mal y qué se puede mejorar. Es una actividad orientada a la calidad de los procesos y de mejora continua.
 - *Product backlog grooming*: El *product backlog* contiene las historias priorizadas que el equipo debe desarrollar para cumplir con el alcance del proyecto. Durante la ejecución del proyecto es necesario darle mantenimiento a las historias: eliminar, agregar, ordenar, modificar, priorizar, dividir una historia en varias, combinar historias, etc.
 - *Release planning*: Es una reunión de planificación a mediano o largo plazo que permite responder preguntas como: “¿Cuándo finalizará el proyecto?”, “¿Cuáles requisitos estarán listos para fin del trimestre?”, “¿Cuánto costará cierta funcionalidad del producto?”, “Qué funcionalidad es importante que contenga el producto para el próximo mes”, entre otras. El *release planning* realiza un balance entre el valor entregado al cliente, calidad, alcance, costo y tiempo. Permite planificar fechas aproximadas de entrega de un producto funcional al cliente, listo para ser utilizado, explotado y recuperar la inversión.
- **Artefactos:**
 - *Product backlog*: Es una lista de historias ordenadas de mayor a menor prioridad de acuerdo con lo que el *product owner* considera que debe ser desarrollado primero para entregar valor desde la perspectiva de los interesados. A mayor prioridad, más probable es que una historia se desarrolle en el siguiente *sprint* y la funcionalidad sea entregada a los interesados a la mayor brevedad.
 - *Sprint backlog*: Cada historia que debe desarrollarse en el *sprint* puede ser descompuesta en tareas más sencillas. Esto facilita la división del trabajo entre los miembros del equipo y permite agregar detalles técnicos propios del desarrollo del software a cada una de las tareas. Estas tareas son colocadas en lo que se conoce como *sprint backlog*, que detalla todo el trabajo que debe desarrollarse en el *sprint* actual.

- *Potentially shippable product*: Al final de cada *sprint*, el equipo debe tener un producto potencialmente entregable y listo para ser instalado en producción si así es requerido por los interesados.

La figura 2.1 ilustra los roles, actividades y artefactos que componen *Scrum* y como se relacionan y combinan.

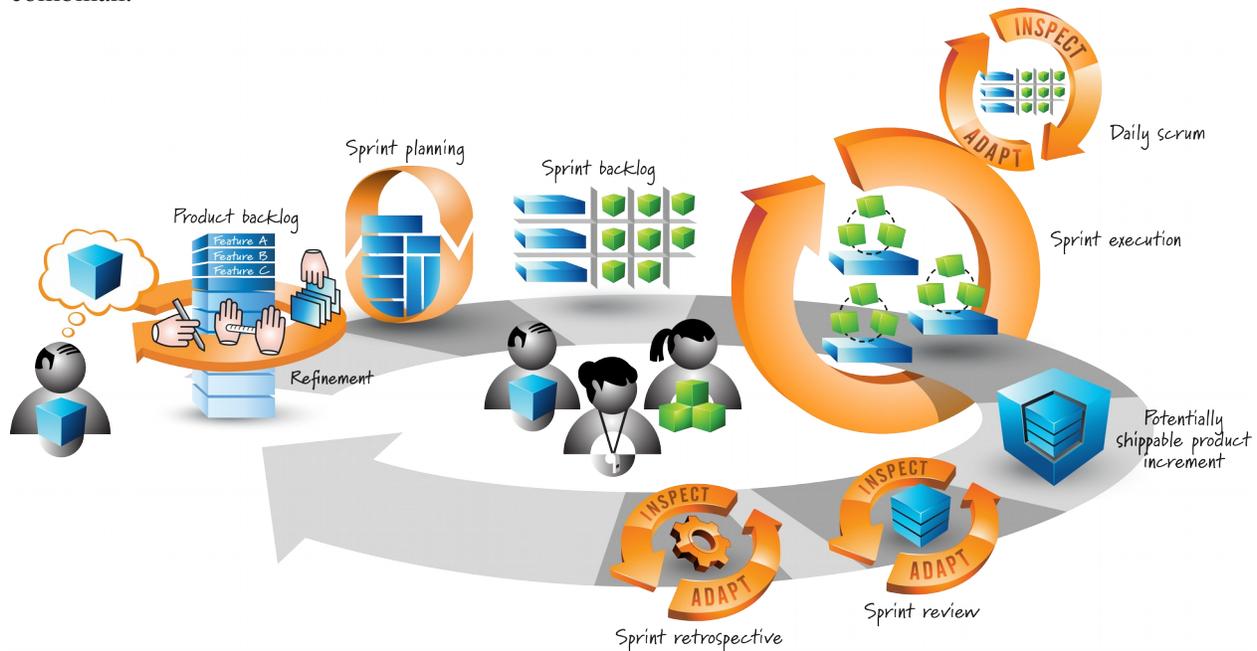


Figura 2.1: El Marco de Referencia Scrum

Fuente: Innolution LCC, 2012

Para una mejor comprensión del marco de referencia *Scrum*, se explicará la figura 2.1.

El *product owner* tiene la visión del producto que se desea crear y tiene comunicación directa con los interesados del proyecto. Como el producto puede ser muy grande, a través de una actividad llamada *grooming*, es descompuesto en un conjunto de características (historias) que son priorizadas en una lista denominada *product backlog*.

Un *sprint* inicia con la reunión de *sprint planning* y termina con la reunión de *sprint retrospective*. El número de ítems en el *product backlog*, por lo general, es más de lo que el equipo puede completar en un *sprint* de corta duración.

Por esta razón, al principio de cada *sprint*, en una actividad denominada *sprint planning*, el equipo selecciona un subconjunto de ítems (historias) del *product backlog* que considera que puede completar durante el *sprint*.

Posteriormente, se realiza el *sprint execution*, donde el equipo de desarrollo ejecuta las tareas necesarias para completar las historias seleccionadas.

Cada día, durante el *sprint execution*, los miembros del equipo realizan una actividad de sincronización, inspección y planeamiento adaptativo conocida como *daily Scrum*.

Al final del *sprint execution*, el equipo obtiene un producto potencialmente entregable, listo para ser instalado en producción si así lo requiere el negocio.

El *sprint* finaliza con dos actividades de inspección y adaptación. La primera es denominada *sprint review*, donde los interesados y el equipo de proyecto inspeccionan el producto construido (calidad del producto).

En la segunda actividad, denominada *sprint retrospective*, el equipo del proyecto inspecciona el proceso que se utilizó para crear el producto (calidad del proceso). Resultado de estas reuniones se puede decidir adaptar y mejorar el proceso de desarrollo o las características del producto. En este punto, el ciclo de *sprints* de *Scrum* se repite. Luego de de cierto número de repeticiones el producto estará completo.

2.3 Relación entre PMBOK y Scrum

Dado que la metodología de desarrollo de software de Avantica Technologies se basa en el marco de referencia *Scrum* y la metodología de gestión de proyectos se basa en el PMBOK, es importante conocer la relación entre ambos.

Según Sutherland, J., y Ahmad, N (2011), las diferencias más complicadas de conciliar entre el PMBOK y las metodologías ágiles radica en que “el PMBOK es guiado por un plan, orientado a procesos y sugiere la creación de mucha documentación” (p. 1). Sin embargo, el manifiesto ágil propone que el desarrollo de software debe favorecer a las personas y sus interacciones sobre los procesos; favorecer el software funcionando sobre la documentación exhaustiva; y favorecer la respuesta al cambio sobre seguir un plan. (Beck et al, 2001, p. 1).

Sutherland, J., & Ahmad, N (2011), mencionan que “aunque el PMBOK no especifica una metodología de desarrollo de software, la mayoría de administradores de proyectos utilizan cascada por que se adapta más fácilmente a la filosofía del PMBOK” (p. 1), desaprovechando así los beneficios de las metodologías de desarrollo ágiles. Para evitar lo anterior y lograr combinar de la manera más eficiente *Scrum* y PMBOK es necesario comprender las relaciones, similaridades y diferencias entre ambos. Las siguientes dos secciones discuten este aspecto basado en el artículo *How a Traditional Project Manager Transforms to Scrum: PMBOK vs Scrum* de Sutherland, J., y Ahmad, N. (2011), el primero co-creador de *Scrum* y el segundo un *Project Management Professional* (PMP).

2.3.1 Relación entre los Grupos de Procesos del PMBOK con Scrum

- **Grupo de procesos de inicio:** *Scrum* tiene procesos de iniciación que son responsables de la definición de la hoja de ruta del proyecto, *sprints*, entregas y autorización del proyecto. Por lo general, los primeros *sprints* del proyecto pueden ser utilizados para definir una estructura general y un plan de proyecto. Adicionalmente, durante toda la ejecución del proyecto pueden reservarse *sprints* completos o parte de ellos para realizar actividades propias de los procesos de iniciación.

- **Grupo de procesos de planificación:** *Scrum* utiliza el *release planning* como la reunión en la cual se establece un plan y objetivo a mediano o largo plazo, donde participan el equipo de proyecto y los interesados. Las reuniones de *sprint planning*, se utilizan para definir un plan, objetivos y tareas para una fase o subfase del proyecto. Las reuniones de *daily Scrum* se utilizan para organizar y planificar el trabajo del equipo día a día.
- **Grupo de procesos de ejecución:** Cubierto por las tareas y actividades realizadas durante el *sprint execution*. El *Scrum team* ejecuta los procesos necesarios para producir un software funcional al final del *sprint*. El *Scrum master* es un facilitador que elimina obstáculos, pero no gestiona o ejecuta el proyecto, esto porque *Scrum* promueve que los equipos sean autogestionados y con alta cuota de poder para tomar decisiones a nivel de cómo organizarse y ejecutar las tareas y actividades.
- **Grupo de procesos de monitoreo y control:** Acá se incluyen las reuniones de *sprint review*, *sprint retrospective* y *daily Scrum*. Adicionalmente, los equipos *Scrum* utilizan herramientas como lo son: *burn down charts*, revisiones de código, todo tipo de pruebas de software, tareas de validación y verificación, entre otros.
- **Grupo de procesos de cierre:** Pueden reservarse *sprints* para el cierre de fases o subfases. Además, se puede ejecutar un último *sprint* al final del proyecto para ejecutar el cierre del proyecto. Las reuniones de *sprint retrospective*, son utilizados para reflexionar y revisar los procesos, con el objetivo de la mejora continua y puede utilizarse para documentar lecciones aprendidas.

2.3.2 Relación entre las Áreas del Conocimiento del PMBOK con Scrum

- **Gestión de la integración del proyecto:** Tanto el PMBOK como *Scrum* consideran la orquestación de múltiples procesos para generar productos que satisfagan las necesidades de los clientes. Esta tarea, según el PMBOK, recae sobre el director de proyectos. En *Scrum* todo el equipo del proyecto realiza esta tarea en conjunto bajo la supervisión del director de proyectos. La integración en metodologías ágiles es adaptativa y no predictiva. El control integrado de cambios en *Scrum* se gestiona agregando y priorizando tareas en el *product backlog* de acuerdo con lo definido por el *product owner*. *Scrum* no lucha contra el cambio, más bien se adapta a él. El cierre del proyecto en *Scrum* se realiza por medio de uno o varios *sprints* al final del proyecto. *Scrum* supone equipos de profesionales responsables y autogestionados. En las metodologías ágiles no se realiza un plan o un cronograma detallado como lo sugiere el PMBOK, en su lugar el *product backlog* es lo más parecido a un cronograma y las reuniones de *release planning*, *daily Scrum* y *sprint planning* cumplen funciones de procesos de planificación.
- **Gestión del alcance del proyecto:** El PMBOK trata el alcance (así como el costo y tiempo) como algo que debe ser predicho lo más preciso posible. *Scrum*, en cambio, nació pensando en el cambio constante, típico de los proyectos de software. La filosofía de *Scrum* soluciona este problema fijando el tiempo (un *sprint* siempre dura lo mismo) y fijando el costo (todos los *sprints*

cuestan relativamente lo mismo), pero dejando el alcance negociable (en cada *sprint* el cliente decide que requerimientos son valiosos para él). En *Scrum* no se crea una EDT, este artefacto es reemplazado por el *product backlog* y las historias. La verificación y validación del alcance se realiza de forma continua, todos los días, a través de diversas pruebas de software e inspecciones de código. El control del alcance se realiza por medio de la gestión del *product backlog* y es cubierto por varias actividades como el *sprint planning* y el *release planning*.

- **Gestión del tiempo del proyecto:** El PMBOK plantea la necesidad de estimar la duración completa del proyecto de forma predictiva. *Scrum* por su parte es adaptativo, trabaja en ciclos de tiempo fijos llamados *sprints* que duran de una a cuatro semanas. Al principio de cada *sprint*, en la reunión de *sprint planning*, se estima la cantidad de tareas que pueden realizarse en ese periodo de tiempo, favoreciendo las tareas que agregan más valor al producto desde la perspectiva del cliente. El PMBOK sugiere que debe crearse una compleja red de tareas, duraciones y sus dependencias que, por lo general, se representa gráficamente en un diagrama de Gantt. En *Scrum* “un diagrama de Gantt no tiene sentido” (Sutherland, 2006, p. 1). En su lugar, se utiliza el *product backlog*. Además *Scrum* utiliza la reunión de *release planning* para negociar con el cliente los tiempos estimados de entrega de características y funcionalidad.
- **Gestión de los costos del proyecto:** El PMBOK supone el cálculo predictivo del presupuesto. *Scrum* por su parte puede adaptarse tanto a un esquema predictivo como adaptativo de cálculo del presupuesto. La duración de los *sprints* en *Scrum* siempre es el mismo eso facilita calcular un costo aproximado por *sprint*. En este punto, el cliente escoge el esquema que más le convenga. Si desea un esquema predictivo, se puede invertir tiempo haciendo un *product backlog* detallado, para estimar la duración de todas las tareas y así calcular cuántos *sprints* se consumirán y con esto el costo total del proyecto. El esquema adaptativo, consiste en que el cliente conozca el costo por *sprint* y conforme se ejecuta el proyecto puede ir desembolsando el costo de cada *sprint*.
- **Gestión de la calidad del proyecto:** El plan de gestión de la calidad, el aseguramiento de la calidad y el control de la calidad, están cubiertos en *Scrum* tal y como lo recomienda el PMBOK. De hecho, *Scrum* se apoya en muchas buenas prácticas de ingeniería de software, de *Extreme Programming* (XP) y otras metodologías ágiles, para apoyar el área del conocimiento de la calidad.
- **Gestión de los recursos humanos del proyecto:** Lo único que contempla *Scrum* respecto a la gestión de recursos humanos, es que el equipo de proyectos debe ser multidisciplinario y autogestionado. *Scrum* no discute sobre la figura de director de proyectos, aunque reconoce que se necesita. *Scrum* le da más importancia al *Scrum master* que funciona como facilitador. *Scrum* requiere que un representante de los interesados (*product owner*) esté presente en todo momento dentro del equipo del proyecto. *Scrum* puede enriquecerse mucho utilizando tres procesos del PMBOK en esta área del conocimiento: la planificación del recurso humano, la adquisición del equipo del proyecto y el desarrollo del equipo del proyecto.

- **Gestión de las comunicaciones del proyecto:** En *Scrum* el equipo del proyecto está conformado por representantes de todas las áreas interesadas y promueve la comunicación cara a cara. El *Scrum master* representa a la empresa ejecutora. El *product owner* representa a los clientes, usuarios y patrocinadores. Ambas contrapartes trabajan junto con el equipo de desarrollo. Una serie de actividades favorecen la comunicación de información. Por ejemplo, en la reunión de *sprint review*, todos los interesados asisten para discutir sobre el producto y el avance del proyecto. En la reunión de *sprint retrospective* todo el equipo discute como mejorar el proceso. Además se realiza una reunión diaria corta para discutir sobre el avance de las tareas, detectar riesgos y corregir el curso de acción.
- **Gestión de los riesgos del proyecto:** La gestión de los riesgos es realizada informalmente. El equipo es responsable de identificar y analizar los riesgos y dicha actividad se realiza en las reuniones diarias y en la reunión *sprint retrospective*. Esta es un área donde *Scrum* podría verse beneficiada si aplica un proceso más riguroso como el propuesto por el PMBOK.
- **Gestión de las adquisiciones del proyecto:** *Scrum* no propone nada explícitamente al respecto. Por lo tanto, es importante tomar en consideración lo que sugiere el PMBOK para esta área del conocimiento.
- **Gestión de los interesados del proyecto.** Uno de los valores del manifiesto ágil es: “favorecer los individuos y sus interacciones sobre los procesos y herramientas”. De hecho, las metodologías ágiles surgieron con el ideal de reconciliar la constante tensión entre los desarrolladores de software y los clientes, patrocinadores y usuarios. Por eso es que *Scrum* propone la colaboración directa de todos los interesados durante la ejecución del proyecto. Además, las entregas periódicas de un producto completamente funcional y listo para ponerse en producción, aumenta la satisfacción del cliente.

2.4 Gestión de la Calidad de Software

En la siguiente sección se discuten detalles sobre la gestión de la calidad de software que son relevantes para la presente investigación.

2.4.1 Definición de Calidad de Software

Lo que constituye calidad es a menudo tema de debate. La razón es que no existe un consenso ni definición única de lo que significa calidad.

Para algunos es "el grado en el cual un conjunto de características inherentes cumplen los requisitos" (ISO/IEC 1999b). Mientras que para otros puede ser sinónimo de “entregar valor desde la perspectiva del cliente” (Highsmith, 2002), tal es el caso de *Scrum*, que define la calidad como "la habilidad de completar los productos y entregables cumpliendo los criterios de aceptación logrando entregar el valor esperado por el cliente" (ScrumStudy, 2016, p. 84).

Por su parte, la Guía del Cuerpo de Conocimientos de la Ingeniería de Software (SWEBOK) considera la calidad como "la conformidad de todos los requerimientos independientemente de qué características son especificadas o de cómo son nombrados o agrupados los requisitos" (IEEE, 2014b, p. 175).

Según la Extensión de Software de la Guía del PMBOK, la calidad es "el grado con el cual un producto de software satisface las necesidades explícitas e implícitas cuando es utilizado bajo condiciones especificadas" (Project Management Institute, 2013b, p. 140).

Una posible explicación de la falta de consenso respecto al concepto de calidad se puede atribuir a que ninguna definición abarca las distintas perspectivas de la calidad. Es por esto que Kitchenham y Pfleeger (1996), proponen cinco perspectivas o vistas de la calidad:

- **La perspectiva trascendental:** Trata el aspecto metafísico y filosófico de la calidad. En esta vista, la calidad es un ideal que se persigue pero que nunca se puede lograr o implementar completamente. Esta visión es importante porque soporta las ideas propuestas por la mejora continua.
- **La perspectiva del usuario:** La calidad es definida por la satisfacción del usuario. En cómo las características del software cumplen las necesidades del cliente. Se refiere a la idoneidad del producto de software en un contexto dado.
- **La perspectiva de manufactura o del proceso:** Se refiere a la calidad como la conformidad con los requerimientos. Este aspecto de la calidad es la que abordan estándares tales como ISO 9001, que define la calidad como "el grado en el cual un conjunto de características cumplen los requerimientos" (ISO/IEC 1999b). Otros modelos, como el *Capability Maturity Model Integration*, propone que la calidad del producto está directamente relacionada a la calidad de los procesos de ingeniería, enfatizando así la necesidad de un proceso de desarrollo de software similar a los utilizados en la manufactura.
- **La perspectiva del producto:** Sugiere que la calidad puede ser apreciada mediante la medición de las características inherentes del producto de software. Este método propone que si los atributos de calidad de un producto son altos (portabilidad, usabilidad, eficiencia, funcionalidad, entre otros) entonces la calidad del producto final debe ser alta.
- **La perspectiva basada en valor:** Esta perspectiva reconoce que la calidad depende de cuánto esté dispuesto a pagar un cliente por el producto. Esta perspectiva se concentra en valor financiero del producto definido como: ganancias, retorno de la inversión, costo de capital, ventaja competitiva, margen de ganancia, entre otros.

Se puede argumentar que en el mundo actual, la conformidad con los estándares IEEE y ISO es obligatorio y todas las perspectivas están subordinadas a la perspectiva de manufactura. Esto se refuerza por la popularidad de movimientos como *Six Sigma*.

La predominancia de la vista de manufactura en la ingeniería de software se puede trazar hasta la década de 1960, cuando el Departamento de Defensa de los Estados Unidos e IBM originaron lo que se conoce como Aseguramiento de la Calidad de Software (Voas, 2003).

Esto ha generado la creencia de que la adherencia a un proceso de desarrollo, como en una manufactura, es suficiente para generar productos de calidad. El corolario de esta creencia es que la mejora del proceso implica la mejora de la calidad del producto.

Kitchenham y Pfleeger consideran que esa visión está equivocada, porque "hay poca evidencia que la conformidad con estándares de procesos garantiza buenos productos. Lo que se garantiza es solamente uniformidad de las salidas" (Kitchenham & Pfleeger, 1996).

Además, gran cantidad de datos de proyectos ágiles muestran que "alta calidad es alcanzable sin seguir un proceso o metodología de desarrollo similar a las manufacturas" (Highsmith, 2002).

Lo anterior ilustra que existen discrepancias entre la comunidad de investigadores y la industria en el tema de la calidad de software. A pesar de que se han dado definiciones específicas para contextos dados, no hay consenso sobre lo que constituye calidad en el sentido general en la ingeniería de software.

Lo más seguro es afirmar que la calidad posee varias perspectivas y todas ellas son importantes de tomar en consideración para definir el concepto de calidad.

2.4.2 Gestión de la Calidad según PMBOK

Para el PMBOK, la Gestión de la Calidad la componen "los procesos y actividades de la organización ejecutora que establecen las políticas de calidad, los objetivos y las responsabilidades de calidad para que el proyecto satisfaga las necesidades para las que fue acometido" (Project Management Institute, 2013a, p. 227).

La Gestión de la Calidad del Proyecto procura asegurar que se alcancen y se validen los requisitos del proyecto, incluidos los del producto. Aborda la calidad tanto de la gestión del proyecto como la de sus entregables. Se aplica a todos los tipos de proyectos, independientemente de la naturaleza de sus productos.

Según el PMBOK, "los enfoques modernos de gestión de la calidad persiguen minimizar las desviaciones y proporcionar resultados que cumplan con los requisitos especificados" (Project Management Institute, 2013a, p. 229). Estos enfoques le dan principal importancia a:

- **Satisfacción del cliente:** Cumplimiento de las expectativas del cliente. Requiere la combinación de conformidad con los requerimientos y la adecuación de uso.
- **Prevención sobre la inspección:** Proactividad antes que reactividad en lo que a calidad se refiere. Es más barato prevenir los defectos que corregirlos.
- **Mejora continua:** La calidad es un proceso continuo que se basa en el ciclo planear-hacer-verificar-actuar (PDCA).

- **Responsabilidad de la dirección:** La calidad no solo es responsabilidad del equipo de proyecto sino que la dirección debe facilitar la consecución de la calidad.
- **Costo de la Calidad:** Consiste en el análisis y balance de los costos que se invierten en la conformidad y no conformidad. Se refuerza la necesidad de invertir en los costos de conformidad cuyos objetivos son prevenir defectos o mitigar los costos de los defectos a través de la inspección y retirada de las unidades no conformes, mucho antes de que el producto llegue a manos del cliente o usuario final.

Los procesos de la gestión de la calidad según la Extensión de Software de la Guía del PMBOK, son los siguientes:

- **Planificar la Gestión de la Calidad:** Consiste en “identificar los requisitos y estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo se demostrará el cumplimiento de los mismos” (Project Management Institute, 2013b, p. 139). Una parte significativa de la planificación de las actividades de la gestión de la calidad de software es determinar cuáles atributos de software son prioritarios para el proyecto y como los atributos son especificados en los requerimientos del software. Para esto, la Extensión de Software de la Guía del PMBOK propone consultar el estándar "ISO 15026-2013. Sistemas y Aseguramiento de Software", que brinda un marco de referencia para desarrollar los pasos adecuados para guiar la planificación de la calidad de proyectos de software. La planificación de la gestión de la calidad debe abordar temas como: control de versión del código, integración continua, retrospectivas de iteraciones, entre otros. La Extensión de Software del PMBOK, sugiere utilizar el estándar "IEEE 730-2014. Procesos de Aseguramiento de la Calidad de Software" que discute en detalle estos temas (Project Management Institute, 2013b, p. 149). Adicionalmente, se necesita planificar procesos y procedimientos para identificar, categorizar, medir y tratar defectos. Los defectos son clasificados por severidad. El PMBOK sugiere utilizar el estándar "IEEE 1044-2009. Clasificación de Anomalías de Software" para este fin (Project Management Institute, 2013b, p. 148).
- **Realizar el Aseguramiento de la Calidad:** Es el proceso de “auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos, a fin de garantizar que se utilicen los estándares de calidad y las definiciones operativas adecuadas” (Project Management Institute, 2013b, p. 139). El aseguramiento de la calidad del software es un proceso continuo que audita procesos de desarrollo. Entre las actividades más comunes se encuentran: auditorías, revisiones, demostraciones, análisis, pruebas (verificación y validación). Para esto, la Extensión de Software del PMBOK, recomienda consultar los siguientes estándares: “IEEE 829-2008. Documentación de Sistemas y Pruebas de Software”, “IEEE 1008. Pruebas Unitarias”, “IEEE 1012-2012. Verificación y Validación de Software y Sistemas” y “IEEE 1028-2008. Revisiones y Auditorías de Software”.

- **Controlar la Calidad:** Es el proceso de “monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios” (Project Management Institute, 2013b, p. 139). El control de la calidad se preocupa por aplicar métodos, herramientas y técnicas para asegurar que los productos de software (incluyendo, pero no limitado al código) satisfacen los requerimientos de calidad. El método más efectivo para controlar y mejorar la calidad del software es enfocarse en la detección y corrección temprana de defectos utilizando técnicas de verificación y validación continuas y buenas prácticas de la ingeniería de software.

La Extensión de Software de la guía PMBOK, indica que “la mayoría del material de la sección 8 de la guía PMBOK es aplicable a la gestión de calidad de proyectos de software” (Project Management Institute, 2013b, p. 138). Sin embargo, reconoce que existen particularidades que deben ser consideradas.

La Extensión de Software, establece que “planificar la gestión de la calidad para el proyecto y el producto es un elemento inseparable de la planificación del proyecto en general. Determinar el alcance y objetivos del proyecto debe estar integrado a las decisiones de cómo se ejecutará el aseguramiento y control de la calidad del software” (Project Management Institute, 2013b, p. 143).

Un parte significativa de la planificación de la gestión de la calidad consiste de actividades para determinar cuáles atributos de la calidad de software son prioridad para el proyecto, y cómo estos atributos son especificados y documentados como requisitos. Definir cuáles atributos de calidad serán incorporados en el producto y cómo estos atributos serán medidos por las actividades de aseguramiento y control de la calidad, puede afectar significativamente los recursos requeridos para planificar y ejecutar con éxito el proyecto. La Extensión de Software recomienda consultar los estándares IEEE Standard 830 y ISO/IEC 25000, los cuales describen y discuten una extensiva lista de atributos de calidad de software que deben ser considerados en la planificación de la gestión de la calidad.

Respecto al proceso de aseguramiento de calidad del software, la Extensión de Software menciona que es “un proceso continuo que audita otros procesos de software para asegurar que son seguidos (incluyendo pero no limitado a planificar y seguir los planes de gestión de calidad). El aseguramiento de la calidad del software también determina el grado en el cual los resultados deseados del control de la calidad son obtenidos” (Project Management Institute, 2013b, p. 138). El aseguramiento de la calidad incluye la revisión del grado en el cual todos los procesos de desarrollo, modificación y mantenimiento del software son seguidos. Además, producto del aseguramiento de la calidad del software, se pueden proponer mejoras a los procesos. La Extensión de Software recomienda utilizar el estándar IEEE Std 1028 - *Software Reviews and Audits* (Revisiones y Auditorías de Software) como un punto de partida para definir un adecuado aseguramiento de la calidad de software.

Respecto al control de la calidad, la Extensión de Software indica que consiste de “la aplicación de métodos, herramientas y técnicas para asegurar que los productos de software funcionan (incluyendo pero no limitado al código) y satisfacen los requisitos de calidad establecidos” (Project Management Institute, 2013b, p. 139). El control de la calidad de software lo conforman un conjunto de actividades técnicas que miden y controlan la calidad de los procesos de desarrollo y la calidad de los productos que están siendo construidos. Además incluye el reporte de los resultados de las medidas de calidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Según La Extensión de Software el método más efectivo para controlar y mejorar la calidad del software es “enfocarse tempranamente en la detección y eliminación de defectos utilizando continuamente técnicas de verificación y validación (por ejemplo, revisiones, inspecciones, pruebas automatizadas y demostraciones de incrementos del producto)” (Project Management Institute, 2013b, p. 155).

Otras actividades que recomienda la Extensión de Software incluir como parte del proceso de controlar la calidad son: “programación en parejas, revisiones de pares, pruebas funcionales y demostraciones de software funcionando” (Project Management Institute, 2013b, p. 155).

2.4.3 Estándares para la Verificación y Aseguramiento de la Calidad en Proyectos de Software

Como se discutió en la sección anterior, la Extensión de Software de la Guía del PMBOK propone utilizar una serie de estándares relacionados a la gestión de la calidad de software que son de referencia y consulta obligatoria. Dado que Avantica Technologies posee defectos en sus procesos de gestión de la calidad, dichos estándares pueden ayudar a incorporar buenas prácticas y actividades de mejora continua a la metodología que se propondrá en el presente trabajo.

2.4.3.1 Estándares de Calidad de Software de la IEEE

El *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE), es la asociación técnica y profesional sin fines de lucro más grande del mundo. Produce 30% de las publicaciones mundiales en ingeniería eléctrica, computación y tecnología. Realiza anualmente más de 300 conferencias. Tiene cerca de 900 estándares activos y más de 700 en desarrollo. Los estándares IEEE relevantes para el presente proyecto son:

- **IEEE 730-2014. Procesos de Aseguramiento de la Calidad de Software:** Discute requerimientos de iniciación, planeamiento, control y ejecución de procesos de Aseguramiento de la Calidad de Software para proyectos de desarrollo o mantenimiento. Brinda guías sobre los temas que todo plan de aseguramiento de la calidad de software debe cubrir, entre los que se pueden mencionar: propósito, alcance, definiciones, acrónimos, documentos de referencias, actividades, resultados, tareas, entre otros.

- **IEEE 1044-2009. Clasificación de Anomalías de Software:** Este estándar brinda un enfoque uniforme para la clasificación de las anomalías de software, sin importar cuándo se originan o cuándo se encuentran dentro del proyecto, producto o ciclo de vida del sistema. La clasificación puede ser utilizada para una variedad de propósitos como el análisis causal de defectos, gestión del proyecto, mejora de los procesos de software, entre otros.
- **IEEE 829-2008. Documentación de Sistemas y Pruebas de Software:** Los procesos de pruebas determinan si los productos desarrollados cumplen los requisitos y si el sistema o software satisface su uso esperado y las necesidades del usuario. Los procesos y tareas de pruebas se especifican para diferentes niveles de integridad y esto determina la profundidad y amplitud de la documentación de pruebas. Este estándar especifica la estructura y contenido para una serie de documentación de pruebas, entre la que se puede mencionar: plan maestro de pruebas, plan de pruebas, diseño de pruebas, casos de pruebas, procedimientos de pruebas, auditorías de pruebas, reporte de anomalías, reporte interno de estado de pruebas, reporte de pruebas y reporte maestro de pruebas.
- **IEEE 1008. Pruebas unitarias:** Su objetivo primario es especificar un enfoque estándar para definir el proceso de pruebas unitarias para que pueda ser utilizado como una buena práctica en la ingeniería de software. Un segundo objetivo es describir los conceptos de ingeniería de software y suposiciones sobre las que se basa el estándar. Un tercer objetivo es brindar una guía y recursos de información para asistir en la implementación y uso del estándar.
- **IEEE 1028-2008. Revisiones y Auditorías de Software:** Este estándar define cinco tipos de revisiones y auditorías de software junto con los procedimientos requeridos para la ejecución de cada tipo. Este estándar se preocupa solamente por revisiones y auditorías, no define procedimientos para determinar la necesidad ejecutar una revisión o auditoría ni el formato o estructura del documento para reportar los resultados. Los tipos de procesos cubiertos son: revisiones de gestión, revisiones técnicas, inspecciones, auditorías y revisiones dirigidas (*walkthrough*).
- **IEEE 1012-2012. Verificación y Validación de Software y Sistemas:** Este estándar se centra en los procesos de verificación y validación (V&V) que son utilizados para determinar si el producto desarrollado por una actividad cumple con los requerimientos y si el producto satisface su uso y las necesidades del usuarios. Los procesos del ciclo de vida de la verificación y validación se especifican a diferentes niveles de integridad. El alcance de los procesos de verificación y validación incluyen el ciclo de vida, el software, el hardware y sus interfaces. Este estándar aplica a sistemas, software y hardware que está siendo desarrollado, mantenido o reutilizado. Los procesos de validación y verificación incluyen el análisis, evaluación, revisión, inspección, valoración y prueba de productos.

2.4.3.2 Estándares de Calidad de Software de la ISO

La *International Organization for Standardization* (ISO), es una organización reconocida por la creación de estándares. Es el más grande desarrollador voluntario de estándares. Ha desarrollado cerca de 21 mil estándares que cubren todo tipo de industrias desde productos manufacturados y tecnología hasta seguridad de alimentos, agricultura y salud. Los estándares ISO importantes para el siguiente trabajo son:

- **ISO/IEC 15026-2013. Sistemas y Aseguramiento de Software:** Especifica el concepto de niveles de integridad y los términos relacionados al aseguramiento de la calidad. Organiza un conjunto de conceptos y sus relaciones para establecer la base de un entendimiento común. También especifica los requerimientos mínimos de la estructura y contenidos de un caso de aseguramiento para facilitar la comunicación con los interesados, la toma de decisiones de ingeniería y mejorar la consistencia y comparación de casos de aseguramiento.
- **ISO/IEC 25010-2011 *Systems and Software Quality Requirements and Evaluation (SquaRE)*:** Evaluación y Requerimientos de la Calidad de Software y Sistemas. Es un estándar internacional para la evaluación de la calidad del software. Organiza, enriquece y unifica dos procesos principales: especificación de requisitos de calidad del software y evaluación de la calidad del software. Las características de calidad y sus mediciones asociadas pueden ser útiles no solamente para evaluar el producto software sino también para definir los requerimientos de calidad. Está compuesto de seis divisiones:
 - División de Gestión de la Calidad: Define todos los modelos comunes, términos y referencias a los que se alude en las demás divisiones de SquaRE.
 - División del Modelo de la Calidad: Presenta un modelo de calidad detallado, incluyendo características para la calidad interna, externa y de uso.
 - División de Mediciones de Calidad: Incluye una serie de estándares que incluyen modelos de referencia de calidad del producto software, definiciones matemáticas de las métricas de calidad y una guía práctica para su aplicación. Presenta aplicaciones de métricas para la calidad de software interna, externa y de uso.
 - División de Requisitos de Calidad: Los estándares que forman parte de esta división ayudan a especificar los requisitos de calidad. Estos requisitos pueden ser usados en el proceso de especificación de requisitos de calidad para un producto software que va a ser desarrollado o como entrada para un proceso de evaluación.
 - División de Evaluación de la Calidad: Estos estándares proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para la evaluación de un producto software, tanto si la llevan a cabo evaluadores, como clientes o desarrolladores.
 - División de Estándares de Extensión: Incluyen requisitos para la calidad de productos de software *Off-The-Self*.

2.5 Modelos de Madurez en la Gestión de Proyectos

Según el *Project Management Institute* (2013c), un modelo de madurez es “un marco conceptual que permite establecer el grado en que se satisfacen las buenas prácticas y recomendaciones de la gestión de la proyectos” (p. 5).

Un modelo de madurez, es un conjunto estructurado de elementos (buenas prácticas, herramientas de medición, criterios de análisis, etc.), que permite identificar las capacidades relacionadas a la dirección de proyectos en la organización, compararlas con estándares, identificar brechas, defectos o debilidades y establecer procesos correctivos y de mejora continua.

Los modelos de madurez son diseñados como un marco de referencia para que una organización desarrolle de forma progresiva sus capacidades, logre proyectos exitosos y asimile las mejores prácticas y recomendaciones de la disciplina de la gestión de proyectos.

Conceptualmente la mayoría de los modelos de madurez se basan en el *Capability Maturity Model* desarrollado por el Instituto de Ingeniería de Software (*Software Engineering Institute*, SEI) entre 1986 y 1996 en *Carnegie Mellon*.

Los modelos madurez brindan a las organizaciones una “guía para desarrollar capacidades que les permitan ser más efectivas y eficientes en la ejecución de proyectos”. (Schlichter, 1999, p.1). Existe una correlación entre el nivel de madurez de una organización y la tasa de éxito y calidad de los proyectos que ejecuta.

Mejorar cada una de las áreas de conocimiento de la gestión de proyectos es crucial para las organizaciones, pero el camino hacia “la madurez y la excelencia es a través de la mejora continua, en función del entorno, neutralizando los hábitos de rigidez de las organizaciones para adaptarse”. (Schlichter, 2001, p. 2).

Para diagnosticar el nivel de madurez de una organización, existen diferentes enfoques como el de Kerzner, Crawford, OPM3, CMMI, pero para efectos de esta investigación se decidió utilizar el modelo de madurez PMMM.

2.5.1 El Modelo de Madurez Project Management Maturity Model (PMMM)

El *Project Management Maturity Model* (PMMM) es una herramienta formalmente desarrollada por la firma consultora en gerencia, entrenamiento e investigación, *PM Solutions Inc*.

Este modelo permite determinar el nivel de madurez en dirección de proyectos y “provee una metodología y plan estratégico a seguir, para el desarrollo progresivo de las capacidades en gerencia de proyectos de la organización”. (Crawford, 2015, p. 2)

El modelo brinda a las organizaciones un marco conceptual dentro del cual los procesos específicos de la gestión de proyectos pueden ser optimizados para mejorar su eficiencia. El modelo proporciona buenas prácticas para ayudar a las organizaciones a:

- Determinar la madurez de los procesos y áreas del conocimiento de la gestión de proyectos.

- Trazar un camino lógico para mejorar los procesos y áreas del conocimiento.
- Establecer prioridades para las acciones de mejora a corto plazo.
- Desarrollar una cultura de excelencia en la gestión de proyectos.
- Promover la mejora continua.

El modelo está organizado por áreas de conocimiento de acuerdo a la guía PMBOK y por niveles de madurez del uno al cinco de acuerdo al *Software Engineering Institute* (SEI), tal como se aprecia en la figura 2.2.

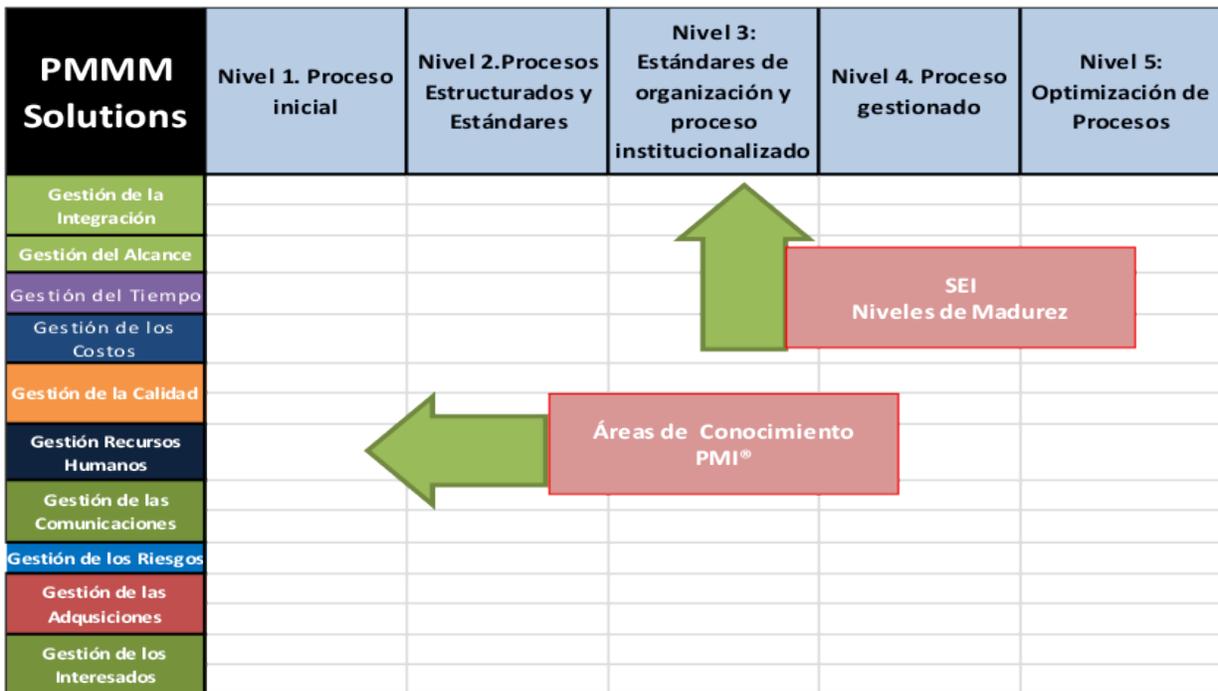


Figura 2.1: Modelo de madurez PMMM

Fuente: PM Solutions Inc.

Cada uno de los cinco niveles de madurez se definen de la siguiente manera:

- **Nivel 1.** Procesos Iniciales. Aunque se tiene conocimiento sobre los procesos y buenas prácticas de la disciplina de gestión de proyectos, no existen estándares en la empresa que dirijan y normen formalmente la dirección de proyectos. Los gerentes de proyectos documentan y reportan sin utilizar estándares. Los procesos son empíricos y *ad hoc*.
- **Nivel 2.** Procesos Estándares y Estructurados. Existen procesos de gerencia de proyectos pero no son considerados como estándares organizacionales. La documentación que existe de estos procesos es básica. La organización cuenta con soporte en gerencia de proyectos pero no existe un lenguaje común, ni un entendimiento consistente y la información disponible es una mezcla

entre nivel de detalle y resumen. Existen medidas básicas de control de tiempo, costo y ejecución.

- **Nivel 3.** Procesos Institucionalizados y Estándares Organizacionales. Los procesos de gestión de proyectos están establecidos como estándares organizacionales. Estos procesos involucran a los clientes como miembros activos e integrales del equipo de proyecto. Los procesos están formalmente documentados y se utilizan por la mayoría de proyectos. Los proyectos son controlados y evaluados.
- **Nivel 4.** Proceso gestionado. Los proyectos son gestionados, tomando en consideración las lecciones aprendidas y utilizando información histórica. La gerencia usa métricas para tomar decisiones y considera las relaciones entre proyectos y cómo esta dinámica impacta a la organización. Todos los proyectos son evaluados bajo métricas de costos, presupuesto, valor ganado y rentabilidad. Los procesos de gerencia de proyectos están integrados con otros sistemas y procesos de la organización.
- **Nivel 5.** Optimización de procesos. Los procesos están activamente relacionados con las actividades de mejora de la gerencia de proyectos. Las lecciones aprendidas son revisadas y analizadas regularmente para mejorar los procesos, los estándares y la documentación. La organización está enfocada y posee una cultura de mejora continua.

CAPÍTULO 3. MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se describe el cómo y con qué se realizaron las actividades necesarias para alcanzar los objetivos del proyecto. De esta manera, se establece el tipo de investigación, las fuentes y sujetos de información, los métodos, técnicas y herramientas para realizar la investigación y el procesamiento de la información.

3.1 Tipo de investigación

El propósito de la investigación es mejorar la metodología de administración de proyectos y en particular la gestión de la calidad de proyectos de software de Avantica Technologies. Se pretende dotar a la organización de herramientas, técnicas y procedimientos que permitan transformar la gestión de la calidad en un proceso estructurado, organizado, preventivo, libre de improvisación y con espacio para la mejora continua. “La investigación aplicada se caracteriza por utilizar el conocimiento adquirido con el objetivo primordial de resolver problemas” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 28). De esta manera, el presente trabajo consiste de una investigación aplicada, ya que con base en la información recopilada, se propone una solución concreta a las deficiencias en los procesos de gestión de calidad de la administración de proyectos en Avantica Technologies.

A la vez, la investigación es de tipo descriptiva, ya que se proponen oportunidades de mejora a partir del análisis de procesos, relaciones de causa-efecto, identificación de lecciones aprendidas, y la caracterización de los factores ambientales que podrían afectar la calidad en el desarrollo de proyectos de software de la empresa. Las investigaciones descriptivas “buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis” (Barrantes, 1999, p. 131). En el caso de la presente investigación se describen, caracterizan y especifican propiedades de los flujos de procesos que componen la metodología de gestión de proyectos, lecciones aprendidas, activos de la organización y factores ambientales que afectan los proyectos.

El proyecto incluye características propias de una investigación de alcance explicativo, el cual está dirigido “a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 84). Este proceso explicativo es parte integral de la investigación porque se identificaron los principales defectos en la gestión de la calidad y sus causas. También, la relación entre variables, propia de una investigación explicativa, se evidencia en el hecho de que se realiza una descripción detallada de la metodología de la gestión de proyectos que utiliza Avantica Technologies, la cual es una relación entre procesos, entradas, salidas y herramientas.

Por último, el presente trabajo, se puede clasificar como una investigación de enfoque cualitativo que “postula una concepción fenomenológica, inductiva, orientada al proceso. Busca descubrir o generar teorías” (Barrantes, 1999, p. 91). Esto porque producto del análisis y estudio de las interrelaciones descubiertas entre los procesos, se plantea una teoría que explica los defectos encontrados y propone una teoría acerca de cómo solucionarlos. Además, se requiere de un trabajo de campo que obliga a registrar detalladamente todos los acontecimientos y un análisis minucioso de los mismos.

3.2 Sujetos y fuentes de información

En esta sección se describen las fuentes de información y su clasificación, así como los sujetos de información y su descripción, con el objetivo de establecer una relación entre la información y su fuente.

3.2.1 Sujetos de información

Los sujetos de información son las personas que colaboraron brindando información clave y necesaria. Estas personas realizan funciones relacionadas con los proyectos y poseen conocimientos empíricos o formales en administración de proyectos y calidad. Los sujetos de información consultados para la elaboración de la presente investigación son los siguientes:

- Director del Departamento de Gestión de Proyectos.
- Director de la Oficina de Proyectos.
- Director del Departamento de QA.
- Director del Departamento de Desarrollo de Software.
- Director de la Unidad de Preventas.
- 10 Desarrolladores de software.
- Especialistas en QA.
- 20 Administradores de proyectos.

3.2.2 Fuentes de información

En todo proceso de investigación se requiere consultar fuentes de información. Estas se utilizaron tanto para llevar a cabo el proceso de revisión de literatura como para la recopilación de la información de la investigación. Las fuentes utilizadas se clasificaron en primarias y secundarias, las cuales se describen a continuación.

3.2.2.1 Fuentes de información primarias

Las fuentes primarias contienen información original, que ha sido publicada por primera vez y que no ha sido filtrada, interpretada o evaluada por nadie más. Son “los portadores originales de la información que no han retransmitido o grabado en cualquier medio, o documento, la información de interés” (Eyssautier de la Mora, 2006, p. 115). Las fuentes primarias contempladas en el presente trabajo son:

- Documentos de proyectos: planes de pruebas, cronogramas, presupuestos, análisis de requisitos, etc.
- Activos de los procesos de la organización: manuales, directrices, políticas, procedimientos, entre otros.

- Documentación de lecciones aprendidas.
- Información de indicadores claves de desempeño de proyectos.
- Factores ambientales de la empresa.
- Entrevistas.
- Minutas.
- Correos.
- Libros y artículos de investigación: corresponde a los textos y artículos de investigación que presentan un tratamiento profundo y de primera mano sobre los temas que sustentan el presente estudio, algunos de ellos son:
 - Project Management Institute (PMI). (2013). *Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK)*. Pensilvania: Project Management Institute, Inc.
 - Project Management Institute. (2013b). *Software Extension to the PMBOK*. Pensilvania: Project Management Institute, Inc.
 - IEEE. (2014). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*. IEEE Computer Society Press.

Y una serie de estándares de la IEEE e ISO relacionados a la gestión de la calidad de procesos y proyectos de software.

3.2.2.2 Fuentes de información secundarias

Estas contienen información primaria pero sintetizada y reorganizada. En esta investigación se consultaron las siguientes fuentes secundarias:

- Proyectos de graduación de la maestría en gerencia de proyectos del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Biblioteca virtual del Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Enlaces de Internet, como por ejemplo, los sitios del PMI, ISO e IEEE.

3.2.3 Población

La población es el conjunto de todos los elementos que conforman el universo de información o conocimiento y que son de relevancia para la investigación. Para el presente trabajo, se contó con dos poblaciones: la de expertos y la de información documental.

La población de expertos la conforman los directores de proyectos, los expertos en QA, desarrolladores, y los directores de los siguientes departamentos: preventas, QA, PMO, desarrollo, gestión de proyectos. Esta población la componen aproximadamente 200 colaboradores de la empresa, ubicados principalmente

en la sede de San José de Avantica Technologies.

La población de información documental la conforman todo tipo de material (minutas, manuales, diagramas, base datos de conocimientos de proyectos, entre otros) que pueda aportar datos valiosos y relevantes relacionados a la gestión de proyectos y en específico a la gestión de la calidad. Esta población, aunque finita, está conformada por un cuerpo de datos recopilado por más de 20 años.

3.2.4 Muestra

Según Hernández et. al (2010) una muestra en una investigación cualitativa es “un grupo de personas, eventos, sucesos, comunidades, etc., sobre el cual se habrán de recolectar los datos, sin que necesariamente sea representativo del universo o población que se estudia” (p. 394). Además, en una investigación cualitativa, el tamaño de muestra no es determinante desde una perspectiva probabilística, pues el interés no es generalizar los resultados a una población más amplia. Lo importante en las investigaciones cualitativas es que la muestra ayude a entender el fenómeno de estudio y a responder las preguntas de la investigación.

De la población, se escogieron entre 10 a 15 sujetos, cuando la técnica de recolección de información son grupos focales. Esto se debe a que esta técnica requiere coordinación, y una gestión del tiempo efectiva. Se requiere que los involucrados estén presentes en un mismo momento y lugar, complicando así la logística.

Cuando la técnica de recolección corresponde a una encuesta el tamaño de la muestra fue de 30 personas. Esta muestra puede ser mayor debido a que se utilizaron encuestas electrónicas, cuya aplicación es más flexible, sencilla y no requiere que todos los encuestados se reúnan en un tiempo y espacio determinado.

Respecto a la muestra tomada de la población de información documental, su tamaño es mucho mayor. Aunque Avantica Technologies cuenta con más de 20 años generando información referente a proyectos, es imposible analizarla toda, por lo que se seleccionaron los documentos más recientes y relevantes para la presente investigación. Se estima que se recopilaron y analizaron entre 50 y 100 documentos.

El criterio para la selección de las muestras dependió de varios factores, entre los que se pueden citar:

1. Capacidad operativa de recolección y análisis: relacionada con las posibilidades de acceso a las fuentes de información (ya sea expertos o documentales). Adicionalmente, se depende del tiempo disponible y la ayuda de los colaboradores de la empresa.
2. El entendimiento del fenómeno u objeto de estudio: Se consultó los sujetos que poseen conocimiento y experiencia relacionada a la gestión de la calidad y administración de proyectos que son los que pueden brindar información relevante para la presente investigación.
3. Sensibilidad de la información: Existen datos que no pueden ser revelados completamente porque son estratégicos para la empresa o porque están protegidos por contratos de confidencialidad, entre los que se pueden mencionar: finanzas, patentes, investigaciones internas, proyectos de innovación, entre otros.

Adicionalmente, se utilizó muestra por cadena o en redes, que según Hernández et. Al (2010), es cuando “se identifican participantes clave y se agregan a la muestra, se les pregunta si conocen a otras personas que puedan proporcionar datos más amplios, y una vez contactados, los incluimos también” (p. 398).

3.3 Técnicas de investigación

En esta sección se discuten las principales técnicas que se utilizaron en el presente trabajo para la recolección de la información relevante. Según Hernández et. al (2010), “los principales métodos para recabar datos cualitativos son la observación, la entrevista, los grupos de enfoque, la recolección de documentos y materiales” (p. 407), técnicas que son congruentes con el tipo de la presente investigación.

3.3.1 Revisión documental

En las investigaciones cualitativas es muy utilizada la revisión documental. De acuerdo con Hernández et. al (2010), “una fuente muy valiosa de datos cualitativos son los documentos, materiales y artefactos diversos. Nos pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio” (p. 433).

Los documentos facilitaron conocer los antecedentes, las lecciones aprendidas, los activos de los procesos de la organización y la metodología de gestión de proyectos y gestión de la calidad de Avantica Technologies. Antes de poder identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software, es necesario hacer una revisión documental para describir, entender y analizar la gestión de proyectos y calidad actuales.

Se realizaron dos tipos de revisiones documentales. La primera se concentró en la recopilación de información relacionada a los activos de la organización como, manuales, informes, directrices, lecciones aprendidas, base de datos de conocimientos de proyectos y los factores ambientales que pueden afectar el desarrollo de proyectos. La segunda revisión documental se centra en la consulta de artículos de investigación y libros que contienen análisis a profundidad de los temas abordados en el presente estudio.

3.3.2 Encuesta y entrevista

Estas herramientas de recolección permitieron consultar datos a personas con el objetivo de inferir hechos o condiciones. La recopilación de información documental no es suficiente para determinar la calidad de la gestión de los proyectos. Esta debe ser complementada con datos provistos por los involucrados en los proyectos que permitan verificar que los procesos descritos en la metodología de gestión de proyectos y calidad están siendo aplicados. Además, el juicio experto y la experiencia pueden aportar elementos para identificar defectos, causas y potenciales mejoras que son imposibles de obtener de una revisión documental.

Se aplicó una entrevista guiada al director de la PMO de Avantica Technologies. Además se realizó una encuesta a un grupo de 25 directores de proyecto y a los directores de los siguientes departamentos: preventas, QA, PMO, desarrollo y gestión de proyectos. En total se encuestó a 30 colaboradores de la empresa, todos ellos con conocimientos en administración de proyectos.

La entrevista guiada, que ayudará a determinar la situación actual de la empresa respecto a la gestión de proyectos y la calidad, se construyó con preguntas cerradas y se aplicó al director de la PMO dado que es quién conoce con más profundidad la metodología de gestión de proyectos de Avantica Technologies. En el apéndice 1 se puede observar en detalle este instrumento.

La encuesta se conformó con preguntas abiertas generando una consulta más amplia que si se hiciera con preguntas cerradas. Esto se debe a que el cuestionario pretende recopilar información de varios colaboradores de la empresa y su percepción acerca de cuáles son los principales defectos que han detectado y que deben enfrentar día a día. Este instrumento se muestra de forma detallada en el apéndice 2.

Para la formulación de las preguntas de la entrevista guiada y la encuesta, se tomó en consideración las recomendaciones y buenas prácticas de las siguientes fuentes, las cuales brindan una guía para determinar el estado actual, calidad y madurez de la gestión de proyectos en las organizaciones:

- OPM3: *Organizational Project Management Maturity Model*. Modelo de madurez de la gestión de proyectos organizacional.
- CMMI: *Capability Maturity Model Integration*. Integración de modelos de madurez de capacidades.
- K-PM3M. *Kerzner project management maturity assessment*: Evaluación de madurez de la gestión de proyectos de Kerzner.
- PM3M: *Project Management Maturity Model*.
- Guía PMBOK.

3.3.3 Grupos focales

En un grupo focal se reúne un grupo de personas y discuten sobre los conceptos, las experiencias, sucesos y los temas que interesan en el planteamiento de la investigación. Como indica Hernández et. al (2010), “los grupos de enfoque no sólo tienen potencial descriptivo, sino sobre todo tienen un gran potencial comparativo que es necesario aprovechar” (p. 426). Durante las sesiones se utilizan múltiples herramientas para la recopilación y análisis de información como la lluvia de ideas o los diagramas de causa-efecto. Los grupos focales, es una técnica muy útil para adquirir información consensuada y organizada de un panel de expertos. Después de analizar la información recopilada por las encuestas y entrevistas, y utilizando los objetivos de la investigación como guía de discusión, se desarrollaron varios grupos focales para discutir aspectos relacionados a las principales causas de los defectos en la calidad y gestión de proyectos.

3.3.4 Diagramas de causa-efecto

También conocidos como diagramas de espina de pescado o diagramas de Ishikawa. Según el *Project Management Institute* (2013a), en un diagrama de causa-efecto, “el enunciado del problema, colocado en la cabeza de la espina de pescado, se utiliza como punto de partida para trazar el origen del problema hacia su causa raíz” (p. 236) . El problema es una brecha que se debe cerrar o un objetivo que se debe lograr.

El mecanismo para encontrar las causas consiste en plantear el problema y preguntarse “por qué” hasta que se llegue a identificar la causa raíz o hasta que se hayan agotado las opciones razonables. De acuerdo con el *Project Management Institute* (2013a), “estos diagramas son útiles para relacionar los efectos no deseados vistos como variación especial de una causa posible sobre la que deben implementar acciones correctivas” (p. 236). En los grupos focales se utilizó esta herramienta para poder identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software de la empresa.

3.3.5 Diagramas de flujo

Los diagramas de flujo son una forma clara de representar gráficamente las relaciones entre elementos. Dado que el producto final de esta investigación es una metodología, se utilizó diagramas de flujo para representar la relación entre entradas, salidas, herramientas y procesos. El *Project Management Institute* (2013a) menciona que un diagrama de flujo “muestra la secuencia de pasos y las posibilidades de ramificaciones que existen en un proceso que transforma una o más entradas en una o más salidas” (p. 236). Los diagramas de flujo muestran las actividades, los puntos de decisión, las ramificaciones, las rutas paralelas y el orden general de un proceso.

Además, esta herramienta se utilizó extensivamente para describir de forma gráfica la metodología actual de gestión de proyectos que utiliza Avantica Technologies

3.4 Procesamiento y análisis de datos

En esta sección se presenta la operacionalización de las variables de investigación y se describe en detalle cómo se llevará a cabo el procesamiento y análisis de la información recolectada.

3.4.1 Operacionalización de variables

La operacionalización de las variables se obtiene de analizar los objetivos del proyecto con el fin de extraer la variable clave, e identificar los indicadores que pueden contribuir al análisis y el logro de los objetivos.

3.4.1.1 Operacionalización del objetivo 1

- Objetivo: Identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software de la empresa.
- Variable: Causa de los defectos.
- Definición: Se entiende por defecto a los aspectos identificados como carencias, así como las brechas producto de la comparación de los procesos actuales con las mejores prácticas en gestión de proyectos. La causa es la primera instancia a partir de la cual se desarrollan eventos o situaciones específicas que son una consecuencia necesaria de aquella.
- Técnicas e instrumentos: Entrevista, encuesta, grupos focales y análisis de causa-efecto.
- Fuentes de información: Metodología de gestión de proyectos y de calidad actual. Lecciones aprendidas, activos de los procesos de la organización y base de datos de conocimientos de la empresa.
- Sujetos de información: Directores de proyecto y directores de los siguientes departamentos: preventas, QA, PMO, desarrollo, gestión de proyectos..
- Productos generados: Diagrama de flujo descriptivo del proceso de gestión de proyectos de Avantica Technologies. Un documento detallado con resultados de análisis causa-efecto (espina de pescado) identificando las causas de los principales defectos que afectan la gestión de proyectos.

3.4.1.2 Operacionalización del objetivo 2

- Objetivo: Evaluar los procesos de la gestión de proyectos de la empresa identificando las principales brechas relacionadas a la calidad que deben cerrarse por la metodología propuesta..
- Variable: Procesos con brechas o defectos.
- Definición: Los procesos de la metodología de gestión de proyectos con defectos son aquellos que no cumplen con las recomendaciones y buenas prácticas propuestas por el PMBOK, la extensión de software del PMBOK, los estándares ISO, estándares IEEE y el juicio experto de los entrevistados y encuestados.
- Técnicas e instrumentos: Revisión documental, grupos focales, entrevista y encuesta.
- Fuentes de información: PMBOK, SWEBOK, estándares ISO, estándares IEEE y los productos generados de la identificación de las causas de defectos.
- Sujetos de información: Directores de proyecto y directores de los siguientes departamentos: preventas, QA, PMO, desarrollo, gestión de proyectos.
- Productos generados: Una lista detallada de los procesos de gestión de proyectos y de la calidad de la metodología de dirección de proyectos actual de Avantica Technologies que presentan brechas o defectos.

3.4.1.3 Operacionalización del objetivo 3

- Objetivo: Proponer una estrategia de implementación de la metodología.
- Variable: Estrategia de implementación
- Definición: Un plan de acción que indique cómo poner en marcha la metodología de gestión de la calidad propuesta por la presente investigación. Debe incluir: la definición de un plan piloto, cronograma, recurso humano requerido, requerimientos de capacitación, esfuerzo, entre otros.
- Técnicas e instrumentos: Revisión documental, grupos focales y juicio experto.
- Fuentes de información: Las recomendaciones del PMBOK y del libro “Implementando la gestión de proyectos organizacional: una guía práctica”, entre otros.
- Sujetos de información: Directores de proyecto y directores de los siguientes departamentos: preventas, QA, PMO, desarrollo y gestión de proyectos.
- Productos generados: Una propuesta de implementación de la metodología de gestión de la calidad propuesta por la presente investigación.

3.4.2 Planificación del proceso y obtención de la información

En esta etapa se planificó la forma de cómo conseguir y procesar la información que se requería para la investigación. Debido a que muchos de los sujetos de información poseen tiempo limitado, fue importante elaborar un cronograma para definir el momento adecuado para la aplicación de las herramientas definidas en la sección de técnicas de investigación: la revisión documental de las fuentes de información, participación de los sujetos en las entrevistas, encuestas y grupos focales. Además, se requirió definir tareas de planificación propias de cualquier entrevista o grupo focal, como reservar salas de reuniones, revisar el equipo electrónico para los colaboradores que solo pueden participar por medio de videoconferencia, preparar material e insumos de apoyo como pizarras, papel, lápiz, marcadores, entre otros. Adicionalmente, se deben preparar con antelación los objetivos de los grupos focales para que sean reuniones efectivas y no se pierda el enfoque. La planificación es importante también para la recopilación de información documental, dado que mucha se encuentra en un sistema interno de la empresa a la cual no tienen acceso todos los empleados y existe información confidencial, por lo que se deben llenar formularios con antelación y calendarizar reuniones con las personas que tienen acceso a los datos privilegiados. Posteriormente se procedió a ejecutar lo planificado. El producto de esta fase es una gran cantidad de datos en bruto, que deben ser procesados y analizados para generar información relevante y valiosa para la consecución de los objetivos de la investigación.

3.4.3 Análisis de situación actual

Se determinó la situación actual en lo que respecta a las buenas prácticas de gestión de la calidad y proyectos en la empresa Avantica Technologies. El estudio se realizó mediante la entrevista guiada al director de la PMO y la revisión documental interna de la empresa. El objetivo principal de esta tarea es generar un diagrama de flujo y describir la metodología de gestión de proyectos que utiliza Avantica Technologies, así como determinar el grado de conocimiento y seguimiento del mismo. Además, el análisis de la situación actual, será un insumo valioso para detectar los principales defectos y sus causas en lo que respecta a la gestión de la calidad.

3.4.4 Identificar los defectos y las causas

Una vez recopiladas y analizadas las encuestas y descrito el flujo de procesos de la metodología de gestión de proyectos utilizado por Avantica Technologies, se generó un documento resumen que se entregó, con antelación, a los participantes de los grupos focales para su estudio. Dichos grupos estuvieron compuestos de cinco directores de proyecto y los directores de los siguientes departamentos: preventas, QA, PMO, desarrollo, gestión de proyectos. En total el grupo estaba conformado por diez expertos en gestión de proyectos. En las discusiones grupales se utilizaron distintas técnicas como lluvias de ideas, juicio experto, técnicas de consenso⁹ y análisis de causa-efecto. El producto final de este proceso fue un diagrama de causa-efecto (Ishikawa). Esto permitirá alcanzar el primer objetivo específico de la investigación: identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software de la empresa. Estos mismos grupos focales, junto con un proceso de análisis

⁹ Como el *dot-voting*. Se asigna a los participantes una cantidad de puntos. Se les presenta una serie de opciones en las cuales pueden asignar sus puntos. Al final, la(s) opción(es) con más puntos gana(n).

documental y juicio experto, fue utilizado para evaluar los procesos de gestión de la calidad utilizados por la empresa y determinar las brechas de calidad en los procesos, cumpliendo así el segundo objetivo de la investigación. Es importante involucrar a los interesados y a los expertos en gestión de la calidad y administración de proyectos en esta etapa de la investigación debido a que ellos serán los principales beneficiados (o afectados) por la metodología propuesta.

3.4.5 Propuesta de metodología de gestión de la calidad

La propuesta metodológica será presentada como diagramas de flujo y estará compuesta de una serie de procesos interrelacionados. Para cada proceso se detallará las entradas, las herramientas y técnicas y las salidas, siguiendo una estructura similar a la guía PMBOK. Los insumos de los pasos anteriores como: el diagrama de flujo de gestión de proyectos actual, los diagramas de causa-efecto, la lista de procesos con brechas y el análisis de los principales defectos de calidad y sus causas, serán procesados y organizados para definir la metodología, tomando siempre en consideración las buenas prácticas y recomendaciones de las siguientes fuentes de información documental relacionada a la gestión de la calidad y administración de proyectos:

- Guía PMBOK.
- Extensión de Software de la Guía PMBOK.
- SWEBOK. (*Software Engineering Body of Knowledge*).
- Estándares relacionados a la calidad de la IEEE.
- Estándares relacionados a la calidad de la ISO.
- SBOK (*Scrum Body of Knowledge*)

3.4.6 Estrategia de implementación de la metodología en la empresa

Una vez documentada la propuesta metodológica se procedió a definir una estrategia de implementación de la misma. La empresa y el director de la PMO están interesados en ejecutar un plan piloto para implantar la metodología. Cada semestre, Avantica Technologies, ejecuta una serie de proyectos internos pequeños y la empresa pone a disposición de la presente investigación al menos tres de estos proyectos para ejecutar el plan piloto. La estrategia de implementación contiene, un cronograma de actividades, cantidad de recurso humano necesario, definición del alcance, definición de roles y responsables, entre otros..

En la figura 3.1, se resumen los pasos seguidos para el procesamiento y análisis de datos, explicado en las secciones anteriores.

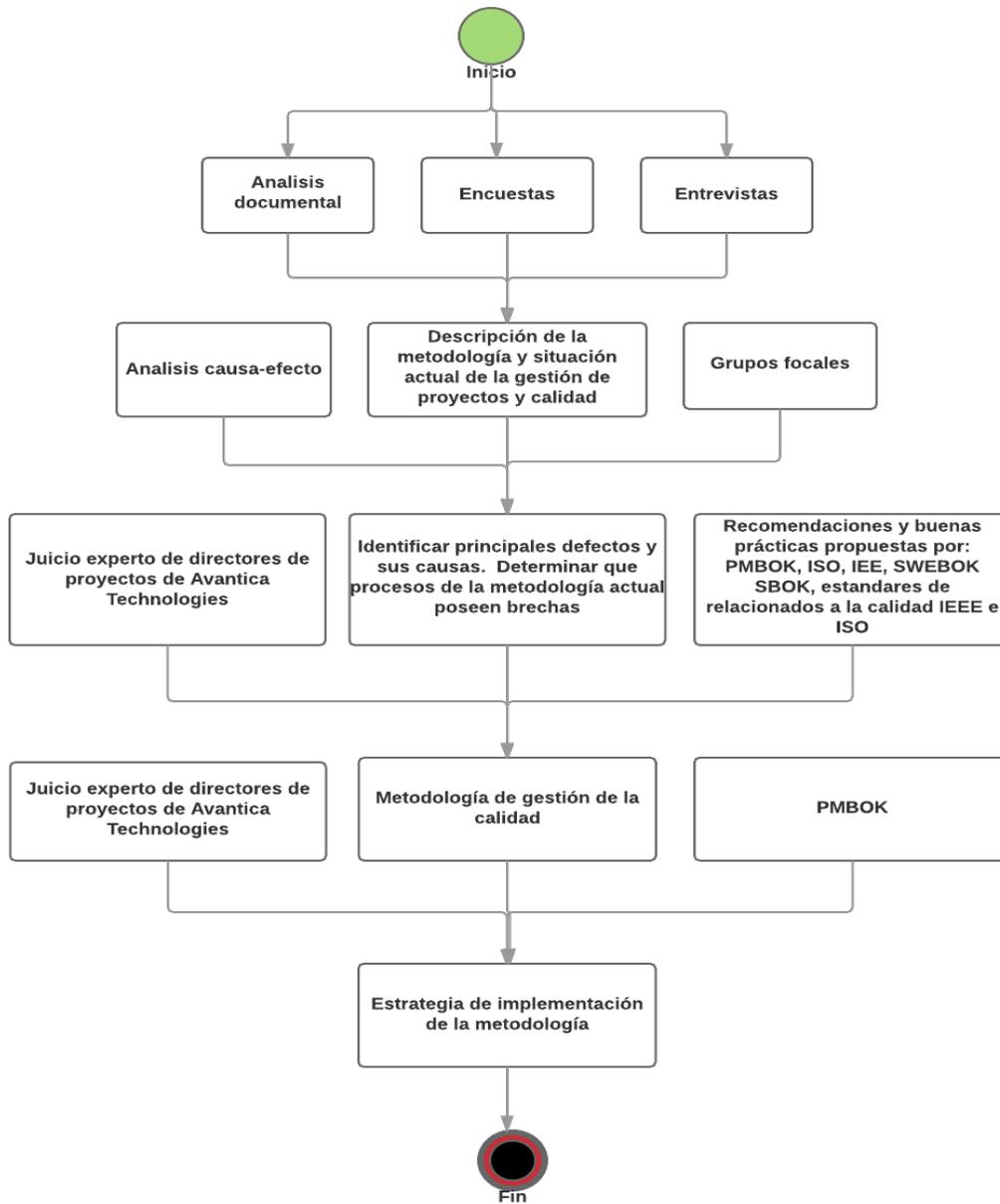


Figura 3.1: Procesamiento de la información PFG

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se analizaron los datos recolectados siguiendo los pasos descritos en el marco metodológico. En las siguientes secciones se presentarán los resultados de las entrevistas, encuestas y revisión documental. Se buscó determinar la existencia, madurez, aplicación y conocimiento sobre los procesos, herramientas y las buenas prácticas de la gestión de proyectos y la calidad.

4.1 Análisis de la situación actual

Dentro de los objetivos específicos de esta investigación se encuentra identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software de la empresa. Para la consecución de dicho objetivo se utilizó las siguientes herramientas:

- **Diagrama y descripción detallada del proceso de gestión de proyectos actual de la empresa:** para comprender la metodología de gestión de proyectos que utiliza la empresa.
- **Cuestionarios y entrevistas:** para profundizar en el análisis de la situación de las áreas del conocimiento de la gestión de proyectos y la calidad.
- **Análisis de los activos de los procesos de la organización:** que son los planes, los procesos, las políticas, los procedimientos y las bases de conocimiento utilizados por Avantica Technologies y que son insumo importante para la gestión de los proyectos.
- **Grupos focales:** la información recopilada por las herramientas anteriores fue utilizada para la creación de un diagrama de causa-efecto que muestra los principales problemas y causas relacionados a la calidad.

4.1.1 Descripción detallada de la metodología de gestión de proyectos de la empresa

Una forma de visualizar de forma sencilla y general la metodología de gestión y desarrollo de proyectos en Avantica Technologies es mediante la utilización de un gráfico que muestra la interrelación entre las fases del ciclo de vida de un proyecto y los grupos de procesos de la gestión de proyectos. La metodología de gestión de proyectos de la empresa recibe el nombre de “*Avantica's Project Delivery Methodology*”. El diagrama del proceso actual de gestión de proyectos se muestra a continuación, en la figura 4.1:

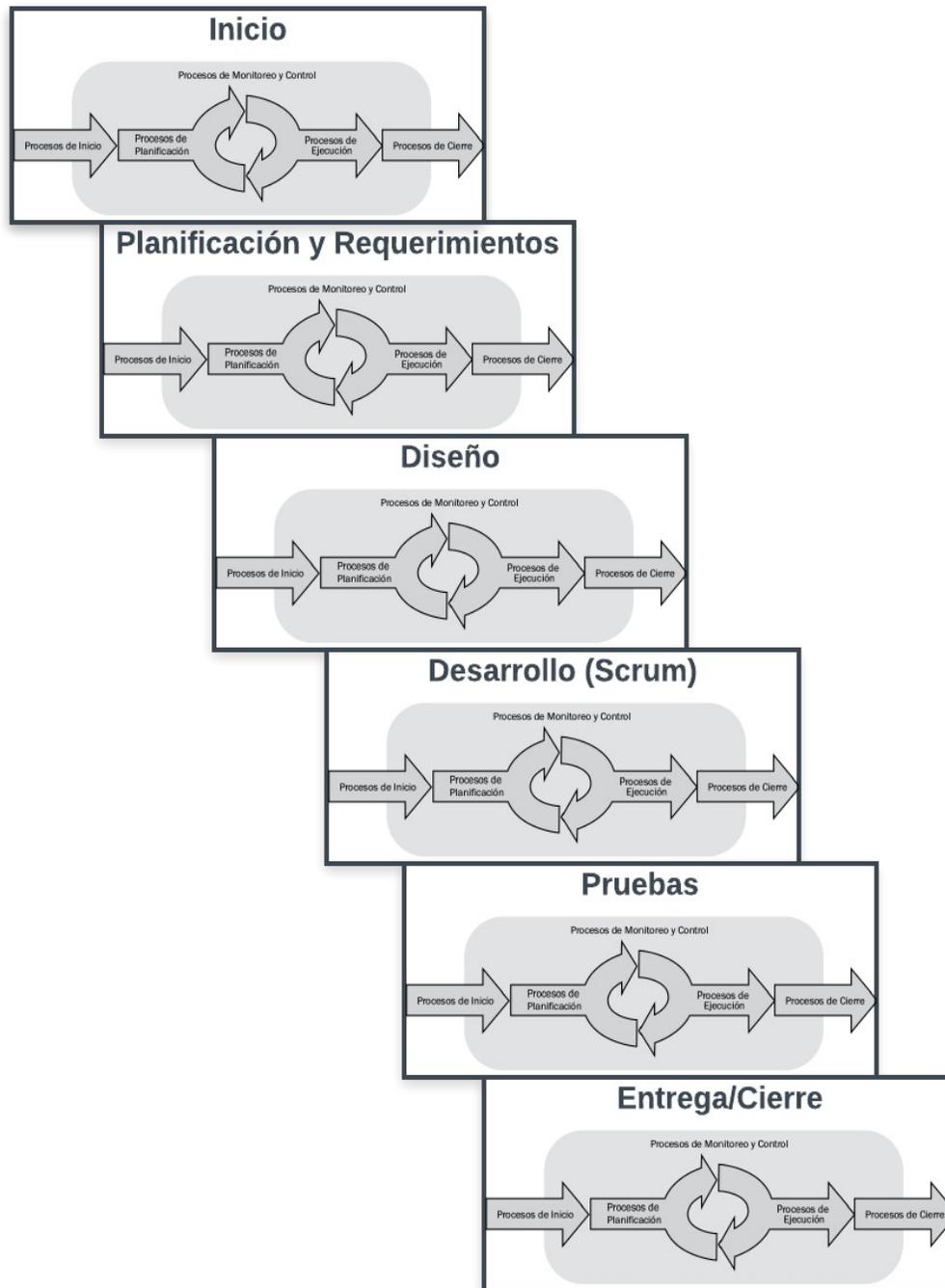


Figura 4.1: Metodología de gestión y desarrollo de proyectos de Avantica Technologies

Fuente: Elaboración propia

El ciclo de vida de los proyectos en Avantica Technologies es una mezcla de un ciclo de vida predictivo con uno adaptativo (ágil), donde existe traslape o superposición entre las fases.

Las primeras fases del proyecto (inicio, recopilación de requisitos, diseño y planificación) tienden a seguir un modelo predictivo, mientras que las fases posteriores (desarrollo, pruebas y entrega/cierre) tienen características de un modelo ágil. Dentro de cada fase del proyecto se ejecutan los procesos y procedimientos recomendados por la guía PMBOK: inicio, planificación, ejecución, monitoreo (y control) y cierre, cada uno de ellos con un nivel de rigurosidad variable.

La idea detrás de este esquema, radica en que al principio del proyecto se desea disminuir la incertidumbre y supuestos lo más posible, a través de un proceso de planificación relativamente minucioso. Esto se debe a que la empresa desea conocer con el mayor nivel de detalle el costo, tiempo y alcance antes de iniciar el proyecto, ya que de esto depende la rentabilidad. Sin embargo, una vez iniciada la fase de desarrollo, la mayoría de clientes de Avantica Technologies prefieren y solicitan la utilización de metodologías ágiles, principalmente *Scrum*.

Es importante indicar que Avantica Technologies vende servicios de aseguramiento de calidad para apoyar y ejecutar la fase de pruebas. Por eso, al principio de todo proyecto se negocia con el cliente cuánto tiempo, recursos y esfuerzo está dispuesto a invertir en la calidad y la fase de pruebas. Esto podría considerarse normal desde el punto de vista de negocio, pero es incorrecto desde el punto de vista de la gestión de la calidad de proyectos.

Además la gestión de la calidad en la empresa no es preventiva porque se realiza luego de que el producto está finalizado. Consiste de tareas de inspección en búsqueda de defectos y no se fundamenta en iniciativas o procesos preventivos que eviten o disminuyan la probabilidad de introducir defectos en las etapas tempranas de la ejecución del proyecto.

Adicionalmente, la calidad está orientada a los productos y no a los procesos. Es decir, la empresa carece de procesos rigurosos de inspección, revisión, auditorías y mejora continua.

En las siguientes secciones se explicará en detalle cada una de las fases del ciclo de vida de proyectos que componen la metodología de gestión de proyectos de la empresa (“*Avantica's Project Delivery Methodology*”).

4.1.1.1 Fase de inicio

Lo conforman el conjunto de actividades y procesos que se realizan desde que se inicia la relación con el cliente hasta que se decide empezar la ejecución del proyecto. El principal producto de dicha fase es un acta de constitución del proyecto y un contrato con el cliente. Las tareas que se realizan se detallan a continuación.

1. **Crear enunciado de trabajo**¹⁰: Todo proyecto en Avantica Technologies inicia con un enunciado de trabajo que sirve como base para un acuerdo contractual entre la empresa y el cliente. Debe incluir al menos una definición del alcance. Es muy similar a un acta de constitución del

10 Denominado *Statement of work* (SoW) dentro de *Avantica's Project Delivery Methodology*

proyecto. Sin embargo, se utiliza como un documento para establecer el primer acercamiento con el cliente y entender sus necesidades respecto a alcance, costo y tiempo. En caso de que el cliente no posea dicho enunciado del trabajo y sólo tenga una idea, Avantica Technologies puede ayudar en la creación del documento.

2. **Crear una propuesta de negocio:** Utilizando como insumo el enunciado del trabajo, la empresa realiza una serie de tareas administrativas y de gestión, para decidir si el proyecto es ventajoso, rentable o estratégico y por lo tanto determinar si debería ser ejecutado por Avantica Technologies. Para eso es necesario un estudio detallado del enunciado del trabajo que implica las siguientes tareas:
 - Búsqueda de recursos libres para asignar al proyecto: personal, tiempo, materiales, entre otros.
 - Identificar potenciales riesgos y problemas.
 - Búsqueda de un director de proyectos libre para que se encargue del proyecto.
 - Análisis de rentabilidad financiera.
 - Determinar si se cuenta con el recurso humano capacitado para ejecutar el proyecto.
 - Determinar si el recurso humano debe viajar para negociar fechas, compensaciones, viajes, transporte, hospedaje, etc.
 - Preparar el contrato con el cliente.
3. **Preinicio del proyecto:** En esta etapa los departamentos de pre-ventas, ventas, PMO y el director del proyecto, revisan a fondo la propuesta de negocios para analizarla y validarla. Se crea un cronograma, presupuesto y definición del alcance preliminar, que se le presentará al cliente. El costo, alcance y tiempo, por lo general, se tratan de negociar para que estén sujetos a cambios, sobretodo porque Avantica Technologies utiliza *Scrum* como metodología de desarrollo de software y además es la que más solicitan los clientes. Se analiza a diferentes niveles de profundidad temas relacionados a: riesgos, recursos, tiempo, costo, alcance, adquisiciones y recurso humano. No se discute explícitamente sobre las áreas del conocimiento de calidad, comunicaciones, ni interesados. Esta etapa es considerada como una transición del proyecto desde las unidades de negocios (preventas, ventas financiero y PMO) hacia las unidades de ejecución de proyectos (PMO, desarrollo y QA). El producto final de esta actividad es la firma de un contrato con el cliente.
4. **Iniciar el proyecto:** Una vez que la empresa y el cliente firman un contrato se da inicio oficial al proyecto. Se realiza una reunión inicial, se incorpora el equipo de desarrollo al proyecto, empieza la interacción más a menudo con el cliente y a partir de este punto se definen detalladamente el cronograma, el presupuesto y el alcance. Además, se crea un acta de constitución del proyecto. Oficialmente, se transfiere la mayoría de la responsabilidad del proyecto al área de desarrollo de

software y al director de proyectos asignado.

4.1.1.2 Planificación y requerimientos

Esta fase se concentra en la recopilación de los requisitos funcionales y no funcionales del proyecto que son necesarios para poder definir de forma más precisa el alcance, costo y tiempo del proyecto. La extensión y nivel de detalle del documento de requerimientos está determinado por varios factores, entre los que se pueden mencionar:

- Nivel de incertidumbre.
- Riesgos.
- Supuestos.
- Si se trata de un prototipo o un producto completo.
- Premura de puesta en producción del software ya sea por situaciones de regulación legal, presión de la competencia, entre otros.
- Nivel de novedad y complejidad del proyecto: algunos proyectos son novedosos o no se han hecho antes, por lo que es imposible, impráctico o inútil realizar un análisis de requisitos sumamente detallado. Muchos proyectos de investigación y desarrollo poseen dichas características.

Los entregables más importantes de esta fase son las líneas bases del alcance, costo, tiempo, así como el plan de pruebas y un acuerdo de trabajo (contrato) con el cliente.

A continuación se detallan las tareas y actividades que se llevan a cabo en la fase de recopilación de requerimientos.

1. **Recopilación de requerimientos:** El cliente junto con la empresa, recolectan y detallan los requisitos funcionales y no funcionales preliminares del producto de software. Con ellos se puede empezar a comprender el alcance del proyecto, la incertidumbre, supuestos, riesgos y en general entender el problema a solucionar.
2. **Análisis de requerimientos:** Una vez identificados y documentados todos los requerimientos se procede a revisar, analizar, discutir, negociar y determinar su viabilidad. Se realiza una priorización, se determina el nivel de importancia, cuáles son indispensables, cuáles son opcionales, cuáles deberían ser terminados lo más pronto posible, entre otros. Se documentan todas las dudas, preguntas o solicitudes de aclaración y se le hacen llegar al cliente.
3. **Definición del alcance:** Con un documento de requerimientos finalizado y aprobado por el cliente, se entra en una fase de definición y negociación del alcance del proyecto. El cliente, el director del proyecto y otros interesados clave del proyecto discuten la definición de la línea base del alcance.

4. **Definición de planes de prueba:** Avantica Technologies recomienda a sus clientes adquirir los servicios de QA que brinda la empresa, sin embargo, el cliente puede decidir realizar dicho proceso por su cuenta o contratar a un tercero. En caso de que el cliente decida contratar los servicios de QA de Avantica Technologies, la documentación relativa al alcance del proyecto es entregada al departamento de QA para que se encargue de generar un plan de pruebas. Es importante mencionar que la calidad que ofrece el departamento de QA es de detección de defectos una vez que el producto esté finalizado (inspección), no es un proceso proactivo que esté orientado a prevenir o reducir la incidencia de defectos.
5. **Definición de la línea base del costo y tiempo:** Se utiliza la línea base del alcance, negociada con el cliente, como insumo para definir la línea base del costo y tiempo. Estas tareas no se realizan de forma secuencial, sino que se entrelazan y traslapan. Inclusive durante la definición del presupuesto o cronograma se puede ver afectado el alcance. Lo importante de hacer notar en este punto, es que Avantica Technologies utiliza el alcance como punto de partida para negociar y calcular el presupuesto y cronograma.
6. **Creación de cotización:** Definido el alcance, costo, tiempo y planes de prueba la empresa procede a crear una cotización detalla que envía al cliente para su aprobación.
7. **Definir el acuerdo de trabajo:** Es un contrato entre la empresa y el cliente donde se detallan los compromisos, aspectos legales, entregables y otros detalles importantes del proyecto. El acuerdo de trabajo incluye información como:
 - Entregables.
 - Cronograma.
 - Dependencias.
 - Supuestos.
 - Costos.
 - Alcance.
 - Información legal.
 - Contratos de confidencialidad.
 - Limitaciones.
 - Términos de garantía.
 - Plan de pruebas.
8. **Firma del acuerdo de trabajo:** Si el cliente no está conforme con el acuerdo de trabajo, simplemente paga a Avantica Technologies todo el trabajo hasta este punto. Esta situación no es rara, ya que muchos clientes buscan a Avantica Technologies para que realice este proceso inicial

de definición de las líneas bases del proyecto para que otra empresa sea la ejecutora del proyecto. En caso de que el cliente firme el acuerdo de trabajo, se procede a dar cierre a la fase de requerimientos.

4.1.1.3 Fase de diseño

Avantica Technologies utiliza *Scrum* como metodología ágil de desarrollo de software. Dicha metodología favorece el diseño de software evolutivo más que el predictivo. Sin embargo, las metodologías ágiles recomiendan al menos realizar un diseño de alto nivel de la aplicación. Lo suficientemente detallado para que permita la comunicación y entendimiento de la arquitectura general del sistema a todos los miembros del equipo del proyecto. Pero no tan detallado como para que el proyecto sufra de parálisis por análisis o se obstaculice el diseño evolutivo que permiten y favorecen las metodologías ágiles. Consciente de esto, Avantica Technologies define un proceso de diseño conciso y breve cuyas actividades se describen a continuación:

1. **Diseñar el sistema:** Cuyo producto final es un documento. Utiliza el alcance del proyecto para crear diagramas de la arquitectura general del sistema, descripciones y considerar detalles sobre:
 1. Compatibilidad.
 2. Extensibilidad.
 3. Modularidad.
 4. Tolerancia a fallos.
 5. Mantenibilidad.
 6. Confiabilidad.
 7. Robustez.
 8. Reutilización.
 9. Seguridad.
 10. Usabilidad.
 11. Desempeño.
 12. Portabilidad.
 13. Escalabilidad.
 14. Diagramas y documentación detallada sobre:
 1. Diseño de interfaces de comunicación (APIs).
 2. Diseño de la base de datos.
 3. Diseño de interfaces de usuario.

4. Diseño de reportes.
2. **Revisión del diseño:** El equipo de proyectos revisa el documento de diseño del sistema, y propone mejoras y cambios. Se realizan observaciones y preguntas. Puede requerir el consultar al cliente acerca de detalles que no se pudieron prever en la etapa de planificación y requerimientos.
3. **Control integrado de cambios:** Producto de la revisión del diseño pueden generarse una serie de solicitudes de cambio, las cuales requerirán la modificación de las líneas base del proyecto, documentar el impacto de los cambios, actualización a los planes y documentos del proyecto, entre otros.
4. **Aprobación del diseño del sistema:** El equipo del proyecto decide que el diseño es lo suficientemente claro y detallado para iniciar el desarrollo del software.

La etapa de diseño se utiliza únicamente como punto de partida para una discusión más detallada, y como mecanismo de comunicación y entendimiento entre los miembros del equipo. La toma de decisiones cruciales respecto al diseño del sistema se realizan en la etapa de desarrollo.

4.1.1.4 Fase de desarrollo

En esta fase se ejecutan las actividades y tareas necesarias para generar todos los productos y entregables del proyecto. Avantica Technologies utiliza *Scrum* como metodología ágil de desarrollo de software, por lo que el involucramiento del cliente es necesaria y crucial a lo largo de todo el proyecto. Se inicia creando un *product backlog* que contiene, prioriza y detalla todas las historias que deben desarrollarse para completar el proyecto. Se ejecutan tantos *sprints* como sean necesarios para terminar todas las historias que contiene el *product backlog*. En esta fase se realizan, cada dos semana y de forma iterativa, las siguientes actividades:

1. ***Sprint planning*:** Una actividad de planificación donde se define el objetivo del *sprint* y las historias que deben desarrollarse en la iteración.
2. ***Sprint execution*:** Consiste en ejecutar las actividades para completar el trabajo planificado y cumplir con el objetivo del *sprint*.
3. ***Daily scrum*:** Reunión diaria, de inspección y adaptación de máximo 15 minutos. Cada miembros del equipo responde de forma breve las siguientes preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué haré hoy? y ¿Qué me tiene bloqueado?.
4. ***Sprint review*:** Al final de cada *sprint*, el equipo se reúne con los interesados del proyecto para demostrar el producto, que incluye lo desarrollado en el *sprint* que recién termina. Es una actividad orientada a la calidad del producto.
5. ***Sprint retrospective*:** El equipo se reúne, inmediatamente después del *sprint review*, para discutir sobre el desempeño de los procesos de desarrollo de software con el objetivo de mejorar o corregir los defectos. Es una actividad de mejora continua, orientada a la calidad del proceso.

6. **Product backlog grooming:** Durante la ejecución del proyecto es necesario darle mantenimiento a las historias: eliminar, agregar, ordenar, modificar, priorizar, dividir una historia en varias, combinar historias, etc.

No se escapa a esta investigación que Avantica Technologies sufre de lo que se conoce como *Flaccid Scrum*, que según Fowler (2009), se caracteriza por que “la baja calidad interna del código y la no aplicación de buenas prácticas de la ingeniería de software, generan rápidamente una deuda técnica que impacta negativamente la productividad y calidad” (p. 1).

Scrum es una metodología centrada en la gestión de los procesos de desarrollo, pero deliberadamente omite discutir sobre buenas prácticas de la ingeniería de software, con el objetivo de no perder generalidad y que pueda ser utilizada por otras disciplinas. El problema es que si no se considera la calidad interna del código, rápidamente la productividad bajará, porque conforme avanza el tiempo, el código se vuelve complicado de modificar, evitando así el agregar nueva funcionalidad de forma rápida y efectiva, y aumentan las probabilidades de introducir defectos en el software.

Por esto, es recomendable acompañar *Scrum* con buenas prácticas de desarrollo de software entre las que se pueden citar: *test driven development*, integración continua, programación en parejas, revisión de código entre pares, revisión automática de código (para detectar brechas de seguridad, potenciales defectos y garantizar un formato estándar que mejore la legibilidad), entre otros. El no aplicar buenas prácticas de desarrollo de software es una de las principales causas de los defectos de software.

4.1.1.5 Fase de pruebas

El objetivo de esta fase es verificar y validar el producto de software. Garantiza que el producto cumple con los requisitos y que está construido siguiendo estándares de calidad recomendados por la disciplina del desarrollo de software. En esta fase se ejecutan las siguientes actividades:

1. **Envío del software a control de calidad:** De acuerdo con lo negociado con el cliente, cada cierta cantidad de tiempo, se envía una versión del software al departamento de QA para que ejecute los distintos tipos de pruebas, principalmente: pruebas de integración, del sistema y de aceptación. Las pruebas unitarias deberían ser realizadas por los equipos de desarrollo, desafortunadamente, son pocos los proyectos que aplican esta técnica.
2. **Ejecución de las pruebas:** El equipo de QA ejecuta los planes de prueba sobre el software para validarlo y verificarlo. Además realiza una serie de pruebas exploratorias, de estrés, de carga y de seguridad, entre otros, para buscar defectos y garantizar la integridad del sistema.
3. **Lista de defectos:** Se crea un documento detallando los defectos encontrados y se registran en una herramienta de software (*Jira*): prioridad, severidad, componente afectado, pasos para reproducir el defecto, asignación de un desarrollador responsable de solucionar el defecto, asignación de una persona encargada de verificar la solución, ambiente donde se encontró (dev, fun, prod), entre otros.

4. **Corrección de defectos:** El equipo de desarrollo trata los defectos como si se fueran historias normales de *Scrum*. Es decir, cualquier defecto reportado se registra en el *product backlog*, y dependiendo de su severidad y prioridad puede repararse en el *sprint* actual. Las actividades anteriores, de la uno a la cuatro, se repiten indefinidamente hasta que el producto de software esté libre de defectos graves.
5. **Certificación de calidad:** En caso de que el departamento de QA no encuentre ningún defecto, envía un documento que certifica la calidad del producto de software, dando el visto bueno para que sea entregado al cliente.

Es importante mencionar, que en el caso de Avantica Technologies, se pone énfasis en los procesos de control de calidad, pero se descuida el aseguramiento de la calidad y planificación de la calidad. Abundan las prácticas correctivas y de inspección del producto final, pero se descuidan los procesos y actividades preventivas que son recomendadas por la disciplina de la gestión de proyectos. No existe un proceso formal de aseguramiento de la calidad que incluya inspección de procesos, auditorías, revisiones, estandarización, mejora continua, entre otros.

4.1.1.6 Fase de entrega/cierre

El objetivo de esta fase es entregar e instalar el producto final en la infraestructura de hardware y software de producción del cliente y proceder al cierre formal del proyecto. Está compuesta por los siguientes procesos:

1. **Aceptación del producto por parte del cliente:** El cliente prueba el sistema en sus ambientes de prueba y en caso de no encontrar defectos y estar satisfecho con el producto da el visto bueno para que el software sea instalado en producción.
2. **Planificación de la puesta en producción:** La empresa junto con el cliente, planifican las tareas necesarias para la instalación del software en producción. Se discute la hora, fecha, actividades a seguir, requerimiento de personal, requerimiento de hardware, planes de respaldo, pruebas, planes de contingencia, planes de *rollback* (marcha atrás), entre otros.
3. **Aceptación del plan de puesta en producción:** El cliente revisa el plan de puesta en producción y en caso de no tener objeciones da el visto bueno para que se ejecute la actividad.
4. **Puesta en producción del software:** La empresa ejecuta el plan de puesta en producción y como resultado el software queda listo para ser explotado por el cliente.
5. **Cierre de contratos:** Una vez entregado el software, Avantica Technologies procede al cierre del contrato con sus proveedores y el cliente.
6. **Cierre del proyecto:** Marca la finalización oficial y formal del proyecto. Se liberan los recursos de hardware, software y el personal involucrado. Se ejecuta el cierre financiero y administrativo del proyecto.

4.1.2 Análisis de las áreas del conocimiento de la gestión de proyectos en la empresa

Como parte del análisis de la situación actual de la empresa, es valioso establecer el nivel de madurez de la gestión de proyectos. Para evaluar la madurez se utilizó las recomendaciones del *Project Management Maturity Model* (PMMM). Un análisis de madurez permite detectar las áreas de la gestión de proyectos que tienen problemas y permite establecer acciones para que de una forma sistemática se puedan corregir los defectos y mejorar los procesos. El PMMM define una clasificación en cinco niveles de madurez:

- Nivel 1: Caracterizado por procesos *ad hoc*.
- Nivel 2: Caracterizado por procesos estandarizados y estructurados básicos, de uso no obligatorio, utilizados sólo en los proyectos más grandes, importantes o de mayor visibilidad.
- Nivel 3: Caracterizado por procesos estandarizados y estructurados a nivel de toda la organización
- Nivel 4: Procesos de gestión de proyectos altamente integrados con el resto de procesos de la organización y se sigue un análisis sólido del desempeño de los proyectos.
- Nivel 5: Caracterizados por procesos optimizados y la mejora continua.

Al determinar en qué nivel de madurez se encuentra la empresa y habiendo identificado las áreas que tienen mayores debilidades, se pueden implementar buenas prácticas de la gestión de proyectos orientadas a mejorar los procesos.

En la figura 4.2, se puede observar un gráfico de radar, que resume el resultado de madurez obtenido por Avantica Technologies en las diferentes áreas del conocimiento de la gestión de proyectos. En las siguientes secciones se analizan los hallazgos y los resultados obtenidos en cada área del conocimiento.

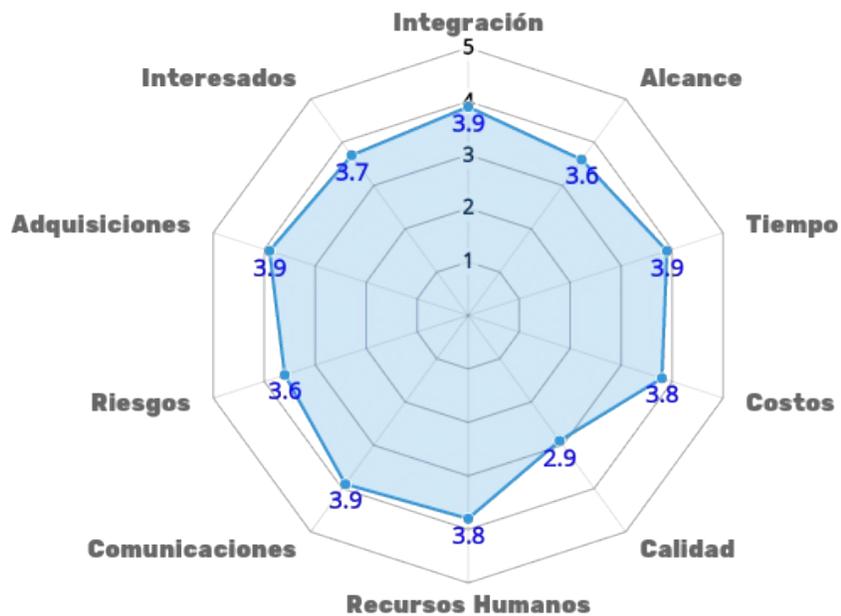


Figura 4.2: Evaluación de la madurez de las áreas del conocimiento en Avantica Technologies

Fuente: Elaboración propia

4.1.2.1 Gestión de la integración del proyecto

El propósito de la gestión de la integración del proyecto es:

- Iniciar el proyecto.
- Coordinar las actividades e integrar todos los esfuerzos en un plan de gestión del proyecto.
- Integrar, analizar y reportar los resultados del proyecto mientras se ejecuta el plan de proyecto.
- Recolectar, integrar y organizar la información en el sistema de gestión del proyecto.
- Cerrar el proyecto en forma ordenada y disciplinada.

Como parte de los procesos de inicio del proyecto se encuentra el desarrollo del acta de constitución del proyecto. En el caso de Avantica Technologies dicho documento se crea la mayoría de las veces, pero la metodología de gestión de proyectos de la empresa indica que es obligatoria. Esto se debe principalmente, a que Avantica Technologies también desarrolla prototipos para los clientes, los cuales aunque son proyectos, se decide que no deben seguir el proceso normal aduciendo que un tiempo de entrega inmediato es lo primordial. Una situación similar ocurre con el plan para la dirección del proyecto, el cual no se desarrolla para: los prototipos, para aquellos proyectos en los cuales el cliente sólo desea que Avantica Technologies realice el análisis de requerimientos de un proyecto y muchos de los proyectos internos de la empresa.

En cuanto al control integrado de los cambios, se encontró que la mayoría de las veces se realiza de forma rigurosa en proyectos con contrato de precio fijo (llave en mano). La empresa es cuidadosa de éste aspecto, debido a que cualquier cambio puede impactar las líneas bases y con esto los márgenes de ganancia y rentabilidad. Sin embargo, el control integrado de los cambios es menos riguroso o no se realiza del todo en proyectos que se desarrollan bajo un esquema ágil, que se caracterizan por utilizar un tipo de contrato de tiempo y materiales.

Respecto al cierre del proyecto y sus fases, en la empresa si existe un proceso establecido para el cierre formal del proyecto, pero no ocurre lo mismo con el cierre de las fases.

En la mayoría de los proyectos, se revisa e informa regularmente el avance del proyecto con el fin de garantizar que se cumplirá con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto. Todas las semanas, se reúnen los directores de proyectos con el director de la PMO para hacer un resumen ejecutivo del estado de los proyectos. Además, semanalmente, cada director redacta un informe del estado actual del proyecto, el cual se registra en el sistema de información de gestión de proyectos de la empresa. Sin embargo, es importante mencionar que no se utiliza valor ganado y sus métricas para reportar el estado de los proyectos tal y como recomienda la guía PMBOK.

Regularmente se analizan e implementan actividades orientadas a la mejora de los procesos. La empresa siempre selecciona, organiza y prioriza los proyectos de acuerdo a los objetivos estratégicos. Además, tiene una metodología de gestión de proyectos bien definida que se denomina *Avantica's Project Delivery Methodology* (discutido en la sección 4.1.1) y que es conocida por todos los directores de proyectos de la empresa. Esto no implica que sea de aplicación obligatoria.

Las lecciones aprendidas son documentadas en la base de datos de conocimientos de gestión de proyectos de la empresa, sin embargo, esta información no siempre es aprovechada al máximo en la ejecución de futuros proyectos.

Ante éstos hallazgos, el área de gestión de la integración de proyectos en Avantica Technologies se puede calificar con un nivel tres de madurez de acuerdo con el PMMM. Dicho nivel se caracteriza por tener procesos estandarizados e institucionalizados a nivel organizacional. Esto porque los esfuerzos de integración están regulados por medio de procedimientos y estándares. La PMO está empezando a integrar las distintas áreas del conocimiento y toma protagonismo en todos los proyectos que gestiona la empresa.

Los procesos están desarrollados y documentados y existe un esfuerzo coordinado dentro de la organización para tener un sistema de información de gestión de proyectos común. Los procesos de la gestión de proyectos son consideradas prácticas estándares para los proyectos. La gerencia y altos mandos de todas las áreas de la empresa están activamente involucrados en el desarrollo y gestión de los proyectos.

4.1.2.2 Gestión del alcance del proyecto

La gestión del alcance consiste de los procesos requeridos para asegurar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido, y solamente el trabajo requerido, para completar el proyecto exitosamente.

Avantica Technologies, define para la mayoría de sus proyectos, una línea base del alcance. Esto quiere decir, que son prácticas normales la creación de una EDT, un enunciado del alcance y un diccionario de la EDT. La empresa cuenta con plantillas, actividades y procedimientos estandarizados para la recolección y documentación de requerimientos. Inclusive tiene listas de verificación que contienen el detalle de requisitos que son comunes a la mayoría de proyectos con el objetivo de que sean tomados en consideración durante el proceso de recolección de requerimientos en futuros proyectos.

Con respecto, a la validación del alcance, la empresa no cuenta con un proceso estandarizado. Este proceso suele ser *ad hoc*, entre el cliente y cada director de proyectos. El control del alcance es ejecutado en todos los proyectos, excepto pocas excepciones, principalmente en aquellos proyectos donde lo que se requiere es una prueba de concepto o proyectos internos cortos que se realizan para la prueba y capacitación en nuevas tecnologías, los cuales, por lo general cumplen una función formativa para el personal de la empresa.

En todos los proyectos se asignan responsables a cada entregable y paquete de trabajo, esto se controla mediante la utilización del *product backlog* de los proyectos, el cual es accesible fácilmente por los miembros del proyecto y los involucrados. En todo momento, se puede saber quién es el responsable de qué tareas.

En lo que adolece la empresa, respecto a la gestión del alcance, es que se realizan de forma parcial la trazabilidad de los requerimientos y los criterios de aceptación no siempre son claros, medibles y consensuados. Muchas veces no se indican los supuestos, restricciones asociados a los requisitos, así como el impacto del incumplimiento de los mismos. Esto es un hallazgo importante debido a que tanto *Scrum* como el PMBOK, reiteran la necesidad de definir claramente los criterios de aceptación.

Cabe resaltar, que esto puede impactar negativamente la calidad del proyecto porque al no tener bien definidos los criterios de aceptación, el cliente puede quedar insatisfecho con el producto entregado debido a la discrepancia entre sus expectativas y la realidad. Sin embargo, estos problemas se ven amortizados, debido a que *Scrum* requiere el involucramiento constante del cliente y éste recibe retroalimentación al final de cada sprint por medio de un producto funcional.

De acuerdo con el PMMM, el área de gestión del alcance tiene nivel tres, que se caracteriza por un alto involucramiento de los interesados en el proyecto, como si fueran miembros integrales del equipo. Así, de forma conjunta con el cliente se desarrollan los requisitos, alcance y otros componentes del proyecto. El equipo es una unidad autogestionada que tiene la capacidad de tomar decisiones clave respecto al alcance del proyecto. Adicionalmente, la dirección está involucrada activa e integralmente en las decisiones claves y en la solución de problemas.

4.1.2.3 Gestión del tiempo del proyecto

El propósito de la gestión del tiempo es desarrollar y administrar un cronograma de tal forma que el proyecto se complete dentro del límite de tiempo aprobado. Debe considerar la definición de actividades, desarrollo y ejecución del cronograma, así como el control de los planes durante la ejecución del proyecto.

La gestión del tiempo es una de las dos áreas del conocimiento de la gestión de proyectos donde Avantica Technologies invierte más esfuerzos, la otra es la gestión de los costos. Esto tiene sentido desde el punto de vista comercial ya que entre mejor se gestione el tiempo, más proyectos pueden ser ejecutados y se puede hacer un uso más eficiente de los recursos. Además, muchos de los contratos más riesgosos de Avantica Technologies son del tipo “llave en mano”, por lo que la gestión del tiempo se vuelve crucial.

Es por eso que para todo proyecto se desarrolla un plan de gestión del cronograma y en la mayoría de los casos se realiza un adecuado control de la línea base del tiempo, pero no tan riguroso como la empresa desearía. Se cuentan con procesos estándar y plantillas para desarrollar el cronograma. Por lo general, el cronograma es de fácil acceso y consulta para todos los involucrados del proyecto, excepto ciertas excepciones bajo la excusa de confidencialidad. El cronograma también refleja de forma clara los entregables del proyecto y la ruta crítica está claramente identificada y gestionada.

Se constató la existencia de un proceso estándar para la estimación de la duración y costos de las actividades. Inclusive, el departamento de preventas, posee especialistas en la estimación de proyectos y se capacita periódicamente a los empleados en técnicas de estimación. Se utiliza información histórica de proyectos finalizados como insumo para la estimación nuevos proyectos. Sin embargo, esta información histórica no es necesariamente de calidad porque Avantica Technologies posee deficiencias en los procesos de cierre, sobretodo en lo relacionado a la documentación de lecciones aprendidas. Un punto susceptible de mejorara en ésta área, es la relacionada al control de la línea base del tiempo. Además, existen debilidades en la gestión del valor ganado, ya que no se utiliza dicha técnica en la empresa.

De acuerdo con el PMMM, el área de gestión del tiempo en Avantica Technologies puede clasificarse como un proceso de nivel tres. Que se caracteriza porque los procesos de gestión del tiempo está documentados y son utilizados por la mayoría de los proyectos. En la gestión del tiempo se toma en consideración la relación y dependencias inter-proyectos. Se utiliza información histórica como insumo en la gestión del tiempo y para predecir el desempeño futuro.

4.1.2.4 Gestión de los costos del proyecto

El propósito de la gestión de los costos es determinar el costo total del proyecto, administrar correctamente dichos costos y asegurarse que el proyecto se complete dentro del presupuesto aprobado. Involucra la estimación de los costos de los recursos y desarrollar la línea base. Así como comparar y controlar el progreso contra la línea base de los costos adecuadamente.

Es esta área del conocimiento, junto con la del tiempo, donde Avantica Technologies tiende a concentrar sus esfuerzos de gestión de proyectos. Desde el punto de vista financiero tiene sentido, ya que se busca obtener la mayor cantidad de dinero, mejor rentabilidad, eficiencia económica y margen de ganancia.

Sin embargo, es importante mencionar que el atractivo económico y éxito de un proyecto no depende únicamente de las áreas del conocimiento del tiempo y costos. Por ejemplo, un impecable cronograma y presupuesto, no sirven de nada sin una buena gestión de la calidad, porque un producto terminado dentro del tiempo y costo estimado, pero que no satisface al cliente, que no cumple con los requisitos y cuya baja calidad no es tolerable por el cliente, es un producto simplemente inútil. Otro ejemplo, es un proyecto con una buena gestión de los costos y tiempo pero donde se materializa un riesgo que produce la cancelación del proyecto. Un riesgo no solo puede impactar la rentabilidad del proyecto sino que puede implicar pérdidas económicas para la empresa.

Retomando el análisis del área del conocimiento de los costos, la mayoría de las veces se hace una gestión adecuada de las reservas de gestión y contingencia y se integra la gestión de los costos con el resto de áreas del conocimiento.

En la mayoría de los proyectos se define una línea base del costo y se ejecuta un adecuado control de la misma. Existen una serie de estándares definidos para desarrollar el presupuesto. En el proceso de gestión de los costos se toma en consideración los intereses y requisitos de los interesados del proyecto. Se hace uso de la base de conocimientos y lecciones aprendidas de proyectos anteriores como insumo para definir los costos y el presupuesto de los nuevos proyecto, sin embargo, como la empresa tiene problemas en los procesos de cierre, la documentación de lecciones aprendidas e información histórica no cuenta con la calidad deseada.

Se trabaja proactivamente en la mejora continua y refinamiento de los procesos de definición del presupuesto. Esto se debe a que esta área del conocimiento tiene el apoyo del departamento financiero de la empresa, el cual cuentan con una disciplina más rigurosa y desarrollada que el área de gestión de proyectos. El presupuesto cumple con una estructura similar respecto a contenidos, grado de detalle, nivel de precisión, para facilitar la comparación de los presupuestos entre proyectos dentro de la empresa. Contar con un plan de gestión de los costos es requisito para casi todos los proyectos. La gran debilidad en esta área del conocimiento se encuentra en que la mayoría de los proyectos no efectúan una correcta gestión y análisis del valor ganado. Inclusive muchos directores de proyectos de la empresa no dominan los conceptos de valor ganado.

El área de gestión de los costos concuerda con un nivel de madurez nivel tres según el PMMM. Todos los costos son documentados salvo contadas excepciones. Los procesos de gestión de los costos son considerados como un estándar y son utilizados por la mayoría de los proyectos. La estimación de los costos incluye análisis de alternativas. Existe un adecuado control de los cambios en los costos y los procesos son repetibles. Los sistemas están integrados: requerimientos de recursos, líneas base, reporte de los costos, rentabilidad, desempeño, entre otros. Los datos relacionados a costos son analizados y reportados a la alta gerencia. La planificación y control de los costos están integrados con los sistemas financieros y de recursos humanos de la empresa.

4.1.2.5 Gestión de la calidad del proyecto

Los objetivos de la gestión de la calidad son: satisfacer al cliente, cumplir con los requerimientos, garantizar que los productos y servicios cumplan su uso previsto y todo bajo un esquema que favorezca la prevención sobre la inspección. La calidad del producto y del proceso deben ser considerados y estar integrados. La supervisión de la dirección es un componente de especial interés en esta área del conocimiento porque su soporte ejecutivo es clave para asegurar y garantizar la calidad de los entregables y la mejora de los procesos.

Esta área del conocimiento es una de las que más sufre en la empresa. Avantica Technologies ofrece sus servicios de control de la calidad como un paquete separado. Es decisión del cliente contratar dichos servicios y por lo tanto, decide si se debe seguir o no un proceso formal de control de la calidad en los proyectos. Si el cliente no contrata dicho servicio, se sacrifica el control de la calidad realizando un proceso menos riguroso. Además la empresa no posee procesos de aseguramiento de la calidad tal y como lo recomiendan las buenas prácticas de la administración de proyectos, aumentando así la probabilidad de producir entregables de baja calidad. Por último, no existe un proceso de planificación de la calidad.

Para resumir, en Avantica Technologies, el control de la calidad se ejecuta si el cliente lo contrata, no existen procesos formales ni informales de aseguramiento de la calidad salvo contadas excepciones y la planificación de la calidad es inexistente.

Lo anterior es contrario a lo recomendado por la guía PMBOK que propone una gestión de la calidad preventiva e integral. La calidad no puede considerarse como un componente separado, sino que debe ser inherente al proceso de la gestión de proyectos. A esto se suma, el hecho, de que muchos de los desarrolladores de la empresa desconocen o no utilizan buenas prácticas y procesos de la ingeniería de software orientadas a la calidad del producto como son: pruebas automatizadas, revisión del código entre pares, revisión estática de código, integración continua, estándares de codificación, automatización de los procesos de puesta en producción, automatización de los procesos de compilación del proyecto, entre otros.

En términos generales, no se utilizan las herramientas básicas de la gestión de la calidad: diagramas de causa-efecto, diagramas de flujo, hojas de verificación, diagramas de pareto, histogramas, diagramas de control y diagramas de dispersión. La mejora continua de los procesos de desarrollo de software y calidad no han sido prioridad para la empresa. Se recolecta información muy básica de métricas de aseguramiento y control de la calidad, por eso la base de datos de conocimientos y lecciones aprendidas respecto a la calidad es deficiente. Al contrario de lo recomendado por el PMBOK, la gestión de la calidad es reactiva, orientada a la inspección, a la reparación de los defectos y no orientada a la prevención.

Existen problemas respecto a la entrega de productos y servicios cumpliendo con el alcance, costo y tiempo, esto impacta negativamente la satisfacción del cliente. En casos de emergencia, riesgos o retrasos, se sacrifica la calidad en favor de las líneas base del alcance, costo y tiempo. Existe poca integración de la gestión de la calidad con el resto de áreas de la gestión de proyectos.

Se adolece en el aseguramiento de la calidad porque no se cuenta con auditorías, inspecciones o evaluaciones formales de los procesos. Los procesos de control de calidad son quizá los más estructurados, siempre y cuando el cliente haya decidido pagar para que se incorporen profesionales de QA dentro del proceso de desarrollo.

Avantica Technologies es consciente que la gestión de la calidad es importante. Sin embargo, aún no encuentra un esquema que le permita incorporarla de forma obligatoria en todos los proyectos sin que pierda atractivo desde el punto de vista del costo para sus clientes y sin que disminuya su rentabilidad y márgenes de ganancia. Por lo general, el cliente es sensible al precio y la calidad tiene un costo. El no implementar procesos rigurosos de gestión de la calidad ha provocado que la mejora continua en esta área sea difícil y se ha rezagado en la generación de lecciones aprendidas respecto a la calidad.

De acuerdo con el PMMM, Avantica Technologies tiene un nivel dos de madurez en el área de gestión de la calidad. Se caracteriza porque existen políticas de gestión de la calidad básicas. La administración fomenta la aplicación de las políticas de calidad en proyectos grandes y de alta visibilidad pero su actitud está orientada a la inspección más que a la prevención.

4.1.2.6 Gestión de los recursos humanos del proyecto

La gestión de los recursos humanos consiste en identificar el conjunto de habilidades requeridas para ejecutar las actividades específicas del proyecto e identificar qué individuos poseen dichas habilidades y así poder asignar roles y responsabilidades. A la vez se procura desarrollar equipos de alto desempeño y productividad.

Avantica Technologies invierte, a través de capacitaciones, en mejorar las competencias e interacción entre los colaboradores para lograr un buen desempeño de los equipos de proyectos. La capacitación se concentra tanto en el desarrollo de habilidades blandas (liderazgo, resolución de conflictos, etc), como duras (mejores prácticas de la ingeniería de software). Además, se capacita al personal en las prácticas y procesos de la gestión de proyectos para que la apliquen consistentemente.

Los directores de proyectos están entrenados para dirigir los equipos y los colaboradores cuentan con las capacidades y habilidades para completar las actividades que le han sido asignadas. La empresa posee un programa de capacitaciones, el cual puede ser aprovechado por todos los empleados. Está institucionalizado un *career path*, tanto para el desarrollo de habilidades técnicas como las relacionadas a la gestión de proyectos. Se utiliza y mantiene un sistema formal para evaluar el desempeño de los colaboradores y se les apoya para reforzar aquellas áreas en las que se detectan deficiencias.

En la mayoría de los casos, los directores de proyectos poseen las habilidades para desarrollar equipos de alto desempeño y recibe capacitaciones para reforzar las habilidades blandas requeridas para la administración de proyectos: liderazgo, comunicación, negociación, solución de conflictos, entre otros. Además, existen planes y políticas para los programas de reconocimiento y recompensas. Una debilidad que puede mencionar es que no todos los equipos tienen acceso a la base de conocimientos de gestión de proyectos de la empresa y esto limita la aplicación de de lecciones aprendidas. Tampoco se tiene un proceso para identificar cuál es el recurso humano crítico y cuál puede ser el impacto de su

sobreasignación o ausencia. Además, no existe un proceso formal para definir el cronograma para la adquisición y liberación del personal requerido para el proyecto.

De acuerdo con el PMMM, el área de gestión de los recursos humanos en Avantica Technologies se califica como nivel tres, porque tiene procesos estándares e institucionalizados relacionados a la administración del personal. Se cuenta con procesos repetibles y métodos para planificar y gestionar los recursos humanos. Se realizan procesos formales de evaluación de los equipos de proyectos y los directores de proyectos reportan el desempeño de los miembros del equipo regularmente; además dicha evaluación tiene peso en el proceso de compensación y recompensas. Los involucrados externos y clientes son tratados como si fueran parte integral del equipo.

4.1.2.7 Gestión de las comunicaciones del proyecto

El propósito de la gestión de las comunicaciones es asegurar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.

En Avantica Technologies, para la mayoría de los proyectos, se monitorean y controlan las comunicaciones a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto para asegurar que se satisfacen las necesidades de información de los interesados. En todo momento se sabe quién necesita qué información y quién está autorizado a accederla y distribuirla. Está definido dónde, cómo y en que formato se almacena la información relevante.

En la mayoría de los proyectos se definen los métodos de comunicación (*push, pull*, interactivo) para cada tipo de información e interesado. Se favorece la comunicación cara a cara porque brinda un mayor ancho de banda. Sin embargo, toda decisión o comunicación importante se documenta.

Existen mecanismos para compartir las lecciones aprendidas entre proyectos pero son un poco burocráticos. Se realizan reuniones obligatorias semanales en las que se reúnen los directores de proyectos para discutir con el director de la PMO el estado de los proyectos. Además se crean reportes regulares para informar sobre el estado de las líneas base del proyecto y riesgos.

La empresa cuenta con un sistema corporativo centralizado, de uso obligatorio y eficiente para la gestión de problemas (*Jira*), en dicho sistema para cada incidente se registra un responsable, rol, severidad, prioridad, dependencias, riesgos, supuestos, entre otros.

Entre las debilidades encontradas se puede citar que no existe capacitación, estándares ni políticas para la realización de reuniones efectivas. No todos los proyectos crean un plan de gestión de las comunicaciones. Y aunque existen políticas y procesos estándares relacionados a las comunicaciones no son conocidos por todos los interesados del proyecto.

Según el PMMM, la gestión de las comunicaciones en Avantica Technologies es de nivel tres. Los procesos de la gestión de las comunicaciones están documentados y son repetibles. Existen plantillas disponibles y estandarizadas para los distintos tipos de comunicaciones. Se mantiene una comunicación transparente y efectiva entre los interesados del proyecto y se reporta sobre el estado de la triple

restricción: alcance, costo y tiempo. La gestión de las comunicaciones se ha institucionalizado y existen procesos formales para distribuir la información. La alta gerencia se mantiene informada respecto al desempeño de los proyectos.

4.1.2.8 Gestión de los riesgos del proyecto

El propósito de la gestión de los riesgos es identificar, analizar, responder y controlar los factores de riesgos a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La gestión de los riesgos requiere el entendimiento de los eventos de riesgos, la evaluación de su impacto y la determinación de la mejor forma de tratarlos a través del desarrollo, ejecución y control de un plan.

La empresa posee procesos adecuados y estandarizados para la identificación de los riesgos. En la mayoría de los proyectos se realiza un análisis cualitativo de los riesgos pero en muy pocos se realiza un análisis cuantitativo.

En la mayoría de proyectos se trata de realizar una adecuada planificación de los riesgos. Tanto los directores de proyectos así como la PMO realizan un control y seguimiento constante de los riesgos. Los reportes semanales de estado del proyecto incluyen una sección dedicada a informar sobre los riesgos.

Existe un catálogo de riesgos, producto de las lecciones aprendidas, que se utiliza para apoyar el proceso de identificación. Recientemente, la empresa inició un proceso de capacitación dirigida a los directores de proyectos para fortalecer sus habilidades en la administración de los riesgos. Todas las personas clave e involucrados del proyecto participan en la identificación de los riesgos. Una debilidad se encuentran es que no se obliga a desarrollar un plan de gestión de los riesgos formal y la gestión de los mismos no es consistente y constante a lo largo del proyecto.

El PMMM calificaría a Avantica Technologies como una empresa de nivel tres respecto a la gestión de los riesgos. Existen procesos estandarizados, repetibles y documentados para la administración de los riesgos. Los miembros del equipo entienden a nivel macro muchos de los conceptos y estrategias para tratar los riesgos. Los equipos utilizan un enfoque definido para cuantificar el impacto de los riesgos y su importancia. La PMO esta involucrada activamente en la gestión de los riesgos y estos son examinados y controlados individualmente para cada proyecto. Existen formas eficientes y estándares para identificar riesgos, así como métricas que soporten la toma de decisiones.

4.1.2.9 Gestión de las adquisiciones del proyecto

Incluye los procesos necesarios para comprar o adquirir productos, servicios o resultados que es preciso obtener fuera del equipo del proyecto. Incluye actividades en las que existe un contrato de por medio. Los productos y servicios generados por terceros deben gestionarse igual que los creados por el equipo del proyecto.

Respecto a la gestión de las adquisiciones Avantica Technologies tiene un proceso bastante institucionalizado y estandarizado. Debido a su experiencia de más de 20 años desarrollando proyectos de software posee suficientes contactos con terceros y conocimientos en adquisiciones.

Se conocen y aplican adecuadamente los distintos tipos de contratos como lo son: precio fijo, costos reembolsables y tiempo y materiales.

Para cada adquisición la empresa crea documentos donde se describe claramente el alcance (enunciado del trabajo). Las adquisiciones siguen el mismo control y seguimiento que el resto de actividades que se ejecutan dentro del proyecto. Existen políticas estándar para seleccionar, obtener respuesta y adjudicar contratos a los proveedores.

Se cuenta con procedimientos definidos para el cierre de las adquisiciones. Siempre se realiza un análisis respecto a la conveniencia de subcontratar alguno de los paquetes de trabajo de la EDT en función de los riesgos, supuestos y condicionantes del proyecto. Se tiene una lista actualizada de los proveedores precalificados, conocidos y confiables que facilita el proceso de adquisiciones.

Entre las debilidades se encuentra que no se realiza un plan de gestión de las adquisiciones formal para todos los proyectos sino solo aquéllos en los que se considera necesario hacerlo. Además, no existe un proceso riguroso de auditoría de las adquisiciones encaminado a identificar las fortalezas y debilidades en esta área del conocimiento.

De acuerdo con el PMMM, la madurez de la gestión de las adquisiciones en Avantica Technologies es de nivel tres. Esto porque el proceso de adquisiciones es un estándar a nivel organizacional y es utilizado por la mayoría de los proyectos. Además, cualquier trabajo contratado o servicio adquirido debe cumplir con los procedimientos y estándares definidos por la empresa, como si se tratara de un producto generado internamente por Avantica Technologies.

4.1.2.10 Gestión de los interesados del proyecto

Lo componen los procesos necesarios para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

En el caso de Avantica Technologies, los interesados son identificados en la mayoría de los proyectos. Además existe una adecuada comunicación con los interesados para satisfacer sus necesidades y expectativas, abordar los incidentes en el momento que ocurren y fomentar la participación adecuada de los interesados en las actividades del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo.

Se da un seguimiento a las relaciones con los interesados y se ajustan las estrategias y los planes para involucrarlos en el proyecto. En la mayoría de los casos, se evalúa el modo en que los interesados clave pueden reaccionar o responder en diferentes situaciones, a fin de planificar cómo influir en ellos para mejorar el apoyo y mitigar los potenciales impactos negativos. También se identifican y documentan los niveles de participación deseado y actual de los interesados clave, así como el momento adecuado y crucial del proyecto donde se requiere su colaboración. Los directores de proyectos están capacitados para gestionar la participación de los interesados con el objetivo de incrementar el apoyo y minimizar la resistencia para aumentar las posibilidades de éxito del proyecto.

Entre las debilidades se puede mencionar que no es obligatorio crear un plan formal de gestión de los interesados pero se motiva para que se desarrolle uno en la mayoría de los proyectos. La identificación, documentación y seguimiento al enfoque adecuado para cada interesado es un proceso que no está estandarizado. Además, no es obligatorio en todo proyecto el definir la información a distribuir entre los interesados, incluido el lenguaje, formato, contenido y nivel de detalle.

Según el PMMM, Avantica Technologies, posee un nivel tres de madurez en el área del conocimiento de la gestión de los interesados, que se caracteriza por la existencia de enfoques y procesos estándar para la gestión de los interesados a nivel de toda la organización. Un plan de gestión de los interesados se desarrolla y ejecuta para la mayoría de los proyectos.

4.1.2.11 Nivel de madurez de la gestión de proyectos de Avantica Technologies

Luego de analizar la madurez de las diez áreas del conocimiento de la gestión de proyectos es importante establecer un nivel de madurez general en la empresa.

Avantica Technologies posee una madurez nivel dos en la gestión de proyectos, que se caracteriza por contar con procesos estándar y estructurados básicos pero que no son de aplicación obligatoria en todos los proyectos, sino que son utilizados únicamente en los proyectos de mayor importancia, tamaño o visibilidad. La administración de la empresa soporta y fomenta la utilización de los estándares. Sus procesos de la gestión de proyectos presentan una mezcla de nivel de detalle y rigurosidad, entre profundidad y superficialidad, lo que produce variabilidad, complica la predicción e impacta la calidad de la gestión de proyectos. El nivel dos de madurez también se caracteriza por apoyarse principalmente en criterio experto para la estimación de tiempo, esfuerzo, costos, etc. Es un nivel de madurez que se enfoca en proyectos individuales, olvidando el desempeño colectivo de los proyectos, programas y portafolios y que no necesariamente está alineado con los objetivos estratégicos de la empresa.

Esta situación es consistente con lo que menciona el PMMM respecto a que “la mayoría de las organizaciones (el 90%, independientemente de su tamaño y la industria a la que pertenece) están en un nivel uno o dos de madurez” (Crawford, 2015, p. 14). Sin embargo, Crawford (2015), agrega que a pesar de esta realidad, “la mayoría de las organizaciones reconocen que mejorar su nivel de madurez, significa mejor desempeño en la gestión de proyectos y aumentos en el retorno de la inversión” (p. 14). La metodología de gestión de la calidad propuesta en esta investigación es un esfuerzo que pretende ayudar a la empresa a mejorar su nivel de madurez, cerrar las brechas de calidad encontradas y así obtener los beneficios mencionados.

4.1.3 Análisis de la gestión de la calidad en la empresa

Como complemento al análisis general de la madurez de las áreas del conocimiento de la gestión de proyectos se realizó un análisis de la gestión de la calidad en particular. Los resultados obtenidos se resumen en las siguientes secciones.

4.1.3.1 Conocimiento sobre la disciplina de gestión de proyectos

Para determinar el nivel de conocimiento de los directores de proyectos de Avantica Technologies respecto a la disciplina de gestión de proyectos, se investigó el grado académico y atestados que poseen. Los resultados pueden apreciarse en la figura 4.3.

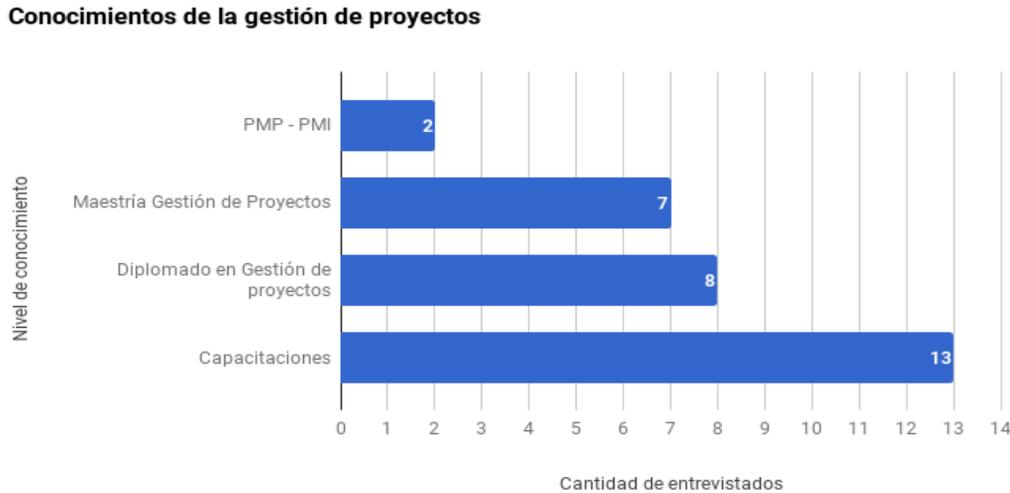


Figura 4.3: Nivel de conocimiento sobre la gestión de proyectos

Fuente: Elaboración propia

De los 30 entrevistados, solamente dos de ellos tienen una certificación reconocida internacionalmente, específicamente PMP-PMI. Éstas personas son el director de la PMO y un director de proyectos. Siete colaboradores entrevistados poseen un grado de maestría en gestión de proyectos. Ocho de ellos poseen un diplomado en gestión de proyectos y la mayoría de los directores de proyectos sólo poseen conocimientos básicos. Estos resultados muestran que al menos todos los directores de proyectos de Avantica Technologies poseen conocimientos generales sobre la disciplina. Además, todos los entrevistados tienen más de tres años de experiencia en la gestión de proyectos dentro de Avantica Technologies y los que menos experiencia tienen han gestionado al menos cuatro proyectos. Respecto al 43% de los entrevistados (13 personas), que sólo poseen capacitaciones en gestión de proyectos, la empresa está haciendo esfuerzos para que obtengan como mínimo el grado de diplomado en gestión de proyectos.

4.1.3.2 Percepción sobre el tipo de gestión de la calidad

Al investigar la percepción sobre el tipo de gestión de la calidad de la empresa, la mayoría de encuestados (56%) respondió que la calidad en Avantica Technologies es orientada a la inspección y es correctiva. A esto se suman siete profesionales de la gestión de proyectos que indican que la gestión de la calidad es inexistente o *ad hoc*. En total un 80% de los encuestados consideran que la gestión de la calidad en Avantica Technologies es inadecuada.

Esto es preocupante dado que las buenas prácticas internacionales, como la guía PMBOK, establecen que el proceso de gestión de la calidad debe favorecer la prevención sobre la inspección y corrección de defectos. La calidad debe ser planificada, diseñada y construida, no solamente inspeccionada. El costo de prevenir errores es, en general, mucho menor que el de corregirlos cuando son detectados por una inspección.

La principal excusa para que la calidad no sea preventiva, es el hecho de que Avantica Technologies vende por separado sus servicios de control de la calidad para que sus clientes la adquieran si así lo creen conveniente. Avantica Technologies hace los esfuerzos para convencer al cliente de la importancia de la calidad pero al final es una decisión del cliente. Por otra parte, Avantica Technologies no incluye por defecto en sus precios una gestión de la calidad rigurosa porque los costos para el cliente aumentan y éstos por lo general son sensibles al precio. Así Avantica Technologies entra en una disyuntiva, aumenta los precios para mejorar la gestión de la calidad perdiendo clientes o sacrifica la calidad para ser atractivo para sus clientes y mantenerse competitivo. Avantica Technologies tampoco puede asumir completamente todos los costos de calidad porque disminuirían sus márgenes de ganancia. Ahora bien, aunque el cliente no contrate los servicios de control de calidad, Avantica Technologies la implementa en los proyectos, pero de una forma más correctiva y poco rigurosa. Esto sin duda representa una serie de riesgos para las áreas del conocimiento de la gestión de proyectos y en específico riesgos relacionados a: la no aceptación de los entregables, retrasos, retrabajo, sobrecostos, incumplimiento de contrato, corrupción del alcance, entre otros. Adicionalmente, como en el desarrollo de software, el producto final es un bien inmaterial, abstracto e intangible, la mayoría de clientes no comprenden la importancia de la gestión de la calidad. Avantica Technologies debe cambiar su enfoque de la calidad para que sea un proceso integral, no solo se debe mejorar la calidad de los productos y entregables sino empezar a considerar la calidad de los procesos, es decir, implementar una visión de calidad del proyecto tal y como se recomienda en la guía PMBOK.

Solo seis encuestados (20%) consideran que la gestión de la calidad es preventiva. Éstos directores son los que administran los proyectos de más alto perfil de la empresa. Por lo general, los clientes de estos proyectos son conscientes de la importancia de la calidad y por lo tanto contratan el servicio de aseguramiento y control de la calidad que ofrece Avantica Technologies. Además, muchas de esas empresas poseen especialistas en gestión de la calidad que coordinan con Avantica Technologies para seguir un proceso riguroso. En la figura 4.4, se resume el análisis de esta sección.

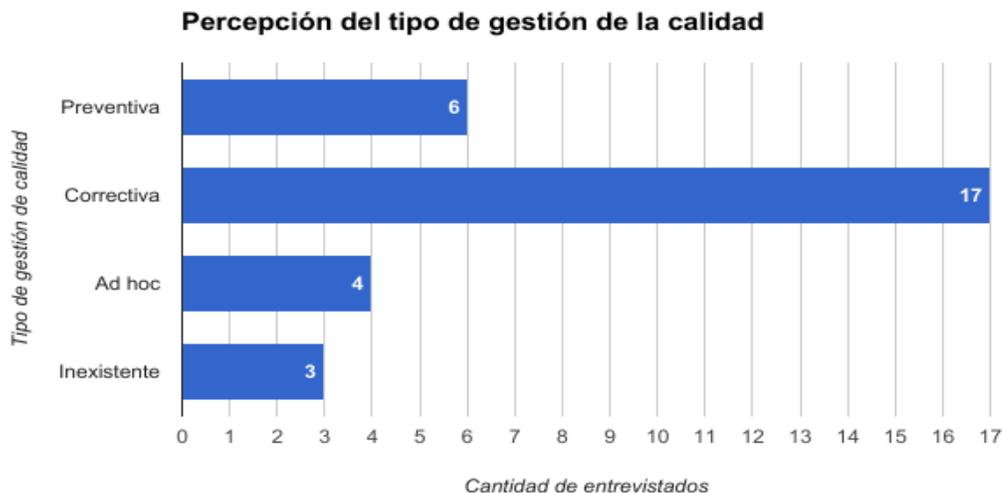


Figura 4.4: Tipo de gestión de la calidad identificada en Avantica Technologies

Fuente: Elaboración Propia

4.1.3.3 Plan de gestión de la calidad

La mayoría de los encuestados, 26 directores de proyectos, mencionaron que no es obligatorio para el proyecto desarrollar un plan de gestión de la calidad. Solo cuatro indicaron que sí se crea un plan de gestión de la calidad que varía en nivel de profundidad y detalle; desde superficiales y generales con el objetivo de cumplir con alguna restricción o requisito impuesto por la empresa o el cliente, hasta los más detallados requeridos por los niveles de riesgo involucrados en el proyecto.

En resumen, 87% de los proyectos no desarrollan un plan de gestión de la calidad o en el mejor de los casos es informal. Esto está impactando negativamente esta área del conocimiento. Como menciona el PMBOK, el objetivo de la planificación de la gestión de la calidad es identificar los requisitos y estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos.

Al omitir la planificación de la calidad, automáticamente se está perdiendo el beneficio que otorgan las salidas de dicho proceso como son: plan de mejora de procesos, métricas de calidad, listas de verificación de calidad y documentación de lecciones aprendidas. Es importante mencionar, que debido a la naturaleza como Avantica Technologies negocia la calidad, existe una desarticulación entre el desarrollo de software y la gestión de la calidad. Es decir, los desarrolladores de software crean las aplicaciones, sin mayores controles de calidad y envían al departamento de QA los productos para que sean inspeccionados, convirtiendo a la calidad en un proceso correctivo y reactivo. Además, el proceso de dirección de proyectos está orientado al control de la calidad (inspección) y no al aseguramiento y planificación de la calidad (prevención). En la figura 4.5 se observa gráficamente el resumen de los resultados obtenidos.

¿Se desarrolla un plan de gestión de la calidad?

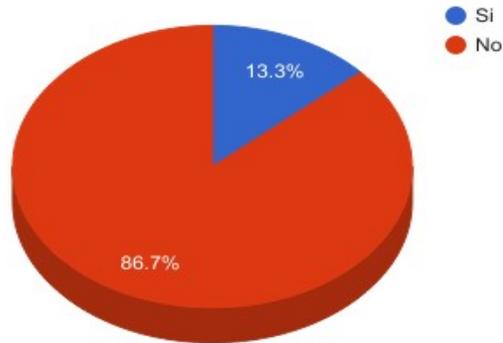


Figura 4.5: Obligatoriedad de desarrollar un plan de gestión de la calidad

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.4 Documentación de lecciones aprendidas sobre calidad

En figura 4.6, que se presenta a continuación, se resume la información obtenida respecto a si se registran o no las lecciones aprendidas relacionadas a la calidad en proyectos que ejecuta la empresa.

¿Se documentan las lecciones aprendidas sobre calidad?

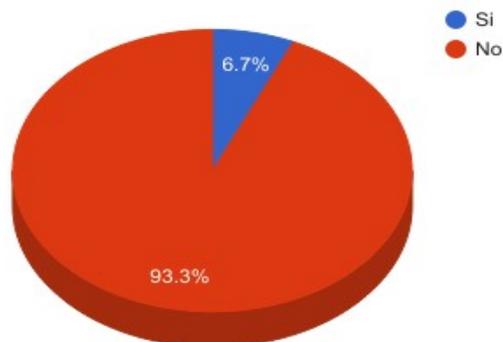


Figura 4.6: Existencia de documentación de las lecciones aprendidas sobre calidad

Fuente: Elaboración propia

Al investigar si se documentan detalladamente las lecciones aprendidas sobre calidad, se encontró que solo dos directores de proyectos (7%) contestaron afirmativamente.

La mayoría de directores de proyectos (93%) indicaron, que no se documentan las causas de las desviaciones encontradas en el control de calidad, ni el razonamiento subyacente de las acciones correctivas elegidas. Dado que no se realizan auditorías formales es imposible registrar las contribuciones que estas aportarían a los procesos. No se da seguimiento a las mejores prácticas, por lo que se dificulta el compartirlas o implementarlas en proyectos similares. No se puede repetir los éxitos anteriores relacionados a la gestión de la calidad. En general, la información que se registra no cumple con un formato estándar y no está analizada.

Dado que el aseguramiento de la calidad en la empresa es casi inexistente se hace imposible la mejora continua, que es un medio iterativo de mejorar la calidad de todos los procesos. La mejora continua de procesos ayudaría a Avantica Technologies a reducir las pérdidas y eliminar las actividades que no agregan valor. Esto permitiría que los procesos operen con niveles más altos de eficacia y eficiencia.

4.1.3.5 Aseguramiento y control de la calidad

En las figuras 4.7 y 4.8 se muestra el estado del aseguramiento y control de la calidad respectivamente. Los datos son congruentes con el tipo de gestión de la calidad percibida por los directores de proyectos. Como se analizó anteriormente, la mayoría de los encuestados consideran que la gestión de la calidad en Avantica Technologies es correctiva. Esto coincide con el hecho de que la mayoría de los directores, 23 de ellos, indican que en sus proyectos se realiza control de la calidad que es un proceso de inspección y correctivo más que preventivo.

Solamente siete de ellos indicó que no realizan un control de la calidad, lo cual puede ser explicado por que ellos dirigen proyectos internos, proyectos relacionados a pruebas de concepto, prototipos e investigación y desarrollo, donde la calidad no es primordial.

Sin embargo, éstos datos confirman la preferencia de la inspección sobre la prevención en la gestión de la calidad en la empresa. Al analizar el aseguramiento de calidad, se confirma que solo los proyectos de más alto perfil¹¹ tienen una gestión de la calidad que favorece la prevención. Esto se observa en el hecho de que solo seis de los encuestados (un 20%) indican que se realizan procesos de aseguramiento de calidad en sus proyectos, mientras que el 80% restante afirman que no se realiza aseguramiento de la calidad.

¹¹ Se considera un proyecto de alto perfil aquel que sea estratégico para la empresa desde distintas perspectivas: prestigio del cliente, años de fidelidad con la empresa, cantidad de dinero que invierte en la adquisición de los servicios de la empresa, entre otros.

¿Se realiza aseguramiento de la calidad?

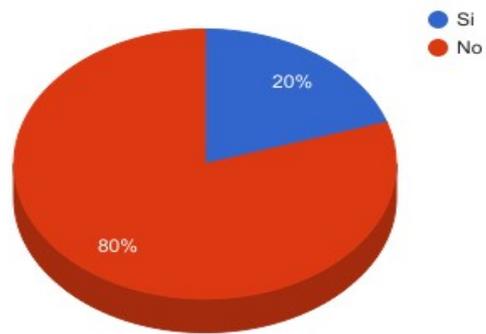


Figura 4.7: Situación del aseguramiento de la calidad

Fuente: Elaboración propia

¿Se realiza control de la calidad?

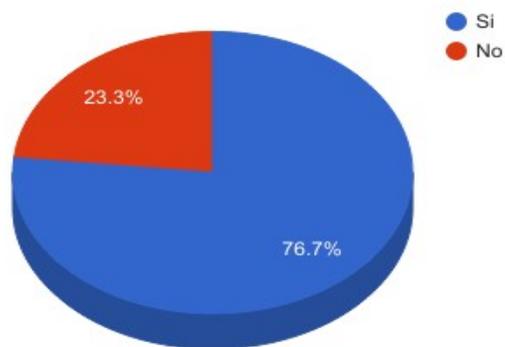


Figura 4.8: Situación del control de la calidad

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.6 Las siete herramientas de la calidad

En la figura 4.9, que se muestra a continuación, se resumen que tan común es el uso de las siete herramientas de la calidad en los proyectos que gestiona Avantica Technologies.



Figura 4.9: Uso de las siete herramientas de la calidad

Fuente: Elaboración propia

Se puede observar que los diagramas de control son utilizados por la casi totalidad de los encuestados. Esto se explica porque la metodología de desarrollo de software que se utiliza en la mayoría de proyectos es *Scrum*, la cual posee el concepto de *burn-down chart*. El cual es un diagrama que muestra el avance del *sprint*, es decir, la cantidad ideal de historias que deben completarse por día, contra la cantidad de historias realmente terminadas por día. Esta herramienta permite determinar si el avance de los *sprints* y la velocidad son estables y predecibles. Las hojas de verificación, se encuentran en el segundo lugar de uso dado que 17 encuestados respondieron que los usan comúnmente. Esto se debe a que en los diferentes procesos de las áreas del conocimiento de la gestión de proyectos, Avantica Technologies utiliza las listas de verificación como herramienta. Por ejemplo, se tienen lista de verificación para la identificación de riesgos, identificación de requisitos, entre otros. Los diagramas de causa-efecto son utilizados por 13 de los encuestados. Su uso está relacionado a otra de las actividades propias de *Scrum* como lo es la reunión de retrospectiva, donde utilizando técnicas como los “cinco porqué” o análisis de causa raíz, se detectan los defectos en los procesos, las causas y se proponen mejoras. Los diagramas de flujo para el análisis de procesos se utilizan en menor medida. Son utilizados principalmente por los directores de proyectos que conocen sobre metodologías de desarrollo como *kanban* y *lean*, cuyo objetivo es eliminar desperdicios, detectar cuellos de botella y minimizar el trabajo en progreso. Por último, nadie indicó que utiliza diagramas de Pareto, histogramas ni diagramas de dispersión.

4.1.3.7 Principales problemas de calidad desde la perspectiva del cliente

Al preguntar a los directores de proyectos acerca de cuáles son los principales defectos que los clientes reportan se encontraron los siguientes resultados: alta cantidad de *bugs*, productividad irregular, retrabajo retrasos e inconformidad con los requerimientos. La alta cantidad de *bugs* fue mencionada por 23 de los 30 entrevistados (77%). Es un resultado alarmante pero esperable debido a múltiples factores que se han mencionado hasta ahora y entre los que se pueden citar: mal control de calidad, mal aseguramiento de calidad, calidad orientada a la inspección (y no a la prevención) y negligencia de los programadores al no utilizar buenas prácticas de ingeniería de software como: pruebas automatizadas, revisión de código, programación en parejas, integración continua, etc. La productividad irregular fue indicada por 19 directores de proyectos (63%). Este problema puede ser explicado por varios factores como por ejemplo: retrabajo, deuda técnica excesiva, malas estimaciones, alta cantidad de *bugs*, entre otros. El retrabajo fue mencionado por 17 directores de proyectos como una de las principales quejas de los clientes. Esto se debe al proceso de gestión de la calidad de Avantica Technologies que favorece la inspección sobre la prevención y también a la falta de utilización de buenas prácticas de la ingeniería de software y gestión de proyectos. Los retrasos son mencionados como un problema importante por 15 de los encuestados (50%). Esto se debe a errores de estimación, retrabajo, y otros problemas de calidad que se han mencionado en este análisis. Por último, pero no menos importante, se cita la inconformidad o no cumplimiento con los requisitos. Esto se debe a problemas como: mala definición de los criterios de aceptación, ingeniería de requerimientos de baja calidad, defectos en la validación del alcance y deficiente control de la calidad. En la figura 4.10, que se presenta a continuación, se resume de manera gráfica lo discutido en esta sección.

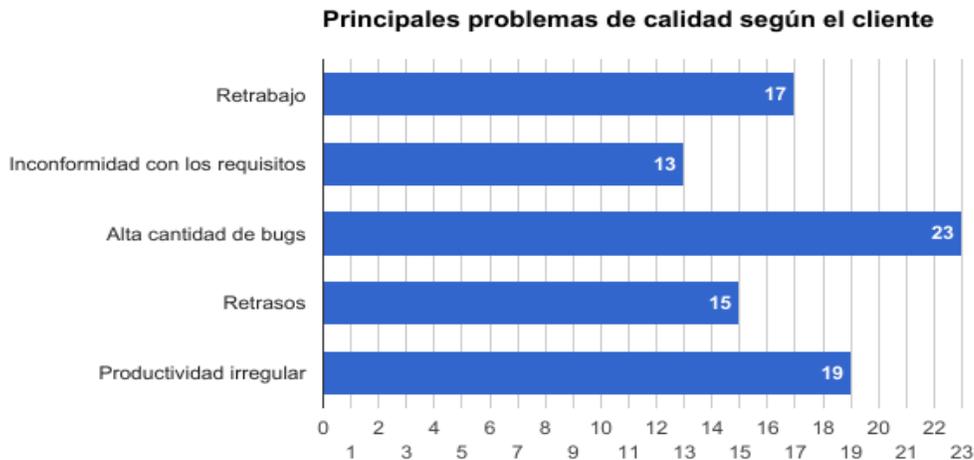


Figura 4.10: Principales problemas de calidad desde la perspectiva del cliente

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.8 Principales problemas de calidad desde la perspectiva de los directores de proyectos

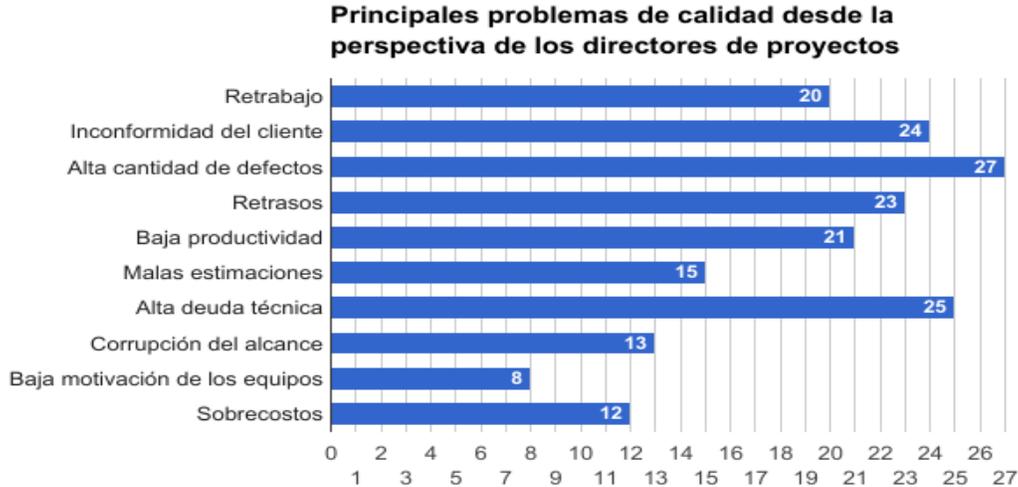


Figura 4.11: Principales problemas de calidad según los directores de proyectos

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.11, se puede observar gráficamente los principales problemas que impactan la calidad desde la perspectiva de los directores de proyectos encuestados. No sorprende que la alta cantidad de defectos sea nombrada por 27 personas (90%) como el problema número uno para la calidad. La alta deuda técnica es reconocida por los directores de proyectos como un enemigo silencioso que afecta la calidad y la productividad de los equipos. Conforme avanza el proyecto, el aumento de deuda técnica produce que sea cada vez más difícil agregar nueva funcionalidad al software impactando la productividad y la calidad. Este problema es reportado por 25 directores de proyectos (83%). La inconformidad del cliente se ubica en tercer lugar como uno de los principales problemas de la calidad. Inevitablemente una mala calidad del software produce clientes insatisfechos según 24 encuestados (80%). Posteriormente, los retrasos son un problema con el que han tenido que enfrentarse 23 de los 30 gestores de proyectos de Avantica Technologies encuestados (77%). Los retrasos se deben a múltiples factores: mala estimación, materialización de riesgos, supuestos, baja calidad, retrabajo, imprevistos, subestimación de la complejidad, mala gestión de la ruta crítica del proyecto, entre otros. La baja productividad es un factor de preocupación para 21 directores de proyectos (70%), esto se puede atribuir a múltiples factores: alta deuda técnica, retrabajo, favorecer la inspección sobre la prevención, etc. El retrabajo es un problema reportado por 20 encuestados (67%). Una deficiente gestión de la calidad, es decir, defectos en el planeamiento, control y aseguramiento de la calidad, son los principales causantes de retrabajo. Además se suma a éste problema la cultura de calidad orientada a la inspección y no a la prevención de Avantica Technologies. Los problemas de estimación son mencionados por 15 encuestados (50%). La corrupción del alcance es causante de problemas para 12 directores de proyectos (40%). Y por último, la baja motivación de los equipos es tema de preocupación para 8 encuestados (27%). En la tabla 4.1, se muestran las principales causas de los problemas analizados en esta sección.

Tabla 4.1: Problemas de calidad y sus causas según los directores de proyectos

Problema	Causas
Retrabajo	Mala planificación de la calidad Mal aseguramiento de la calidad Mal control de calidad Mala definición de los criterios de aceptación Mala ingeniería de requerimientos
Inconformidad del cliente	Mala calidad del software Alta cantidad de defectos Retrasos Sobrecostos
Alta cantidad de defectos	Deuda técnica Pruebas deficientes (unitarias, integración, etc) No aplicación de las buenas prácticas de la ingeniería de software
Retrasos	Mala estimación, Materialización de riesgos Supuesto incorrectos Baja calidad Retrabajo Imprevistos Subestimación de la complejidad
Baja productividad	Deuda técnica Retrabajo Mala gestión de la calidad Alta cantidad de defectos
Malas estimaciones	Falta de capacitación Supuestos que no se cumplen Mala ingeniería de requerimientos
Alta deuda técnica	No aplicación de las buenas prácticas de la ingeniería de software Deficiente aseguramiento de la calidad Falta de capacitación del personal Presión por cumplir con los tiempos estimados Baja calidad interna del código
Corrupción del alcance	Control del cambio inadecuado Requerimientos no identificados con anterioridad
Baja motivación de los equipos	Retrabajo Retrasos Baja calidad Clientes disconformes Horas extras para cumplir con tiempos de entregable
Sobrecostos	Retrabajo Malas estimaciones

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.9 Utilización de buenas prácticas de la ingeniería de software

Al investigar sobre la utilización de buenas prácticas, técnicas y herramientas de la ingeniería de software, se obtuvieron resultados mostrados en la figura 4.12.

Las reuniones de retrospectiva y la demostración, son dos de las actividades más comunes que realizan los equipos de proyectos. Esto no sorprende porque son recomendadas por *Scrum* y todos los encuestados utilizan esta metodología de desarrollo de software en sus proyectos. La importancia de la reunión de retrospectiva es que permite mejorar la calidad del proceso, mientras que la reunión de demostración se concentra en mejorar la calidad del producto. Tampoco sorprende el hecho de que 25 encuestados (83%) respondieron que utilizan un sistema de gestión de defectos, el cual permite registrar todos los incidentes, definir su prioridad, severidad, pasos para reproducir el problema, responsable de solucionarlo, entre otros. El resto de encuestados menciona que su proceso de gestión de defectos es *ad hoc* o informal. La mitad de los encuestados (15 directores) mencionaron que utilizan pruebas de aceptación como principal herramienta para validar que los productos y entregables cumplan con los requisitos solicitados por el cliente. Esto es alarmante, pero se explica en el hecho de que existen muchos proyectos para los cuales el cliente no contrata los servicios de QA de Avantica Technologies, en cuyo caso cada equipo de proyecto define cómo realizar por sí mismos las pruebas de validación que pueden hacerse ante dicha restricción. Solo un 25% de los encuestados (8 personas) indican que realizan pruebas del sistema y hacen revisión automática del código. Las pruebas del sistemas son importantes porque permiten verificar que todos los componentes del sistema funcionan en conjunto. Por su parte, la revisión automática de código permite verificar la calidad interna del código como: correcta indentación, detección de brechas de seguridad, detección de código repetido, complejidad, entre otros. Se puede observar que pocos equipos de desarrollo utilizan pruebas unitarias (23 % de los encuestados). Tan solo seis encuestados utilizan integración continua y recolección de métricas de calidad interna del código como complejidad ciclométrica, deuda técnica, cobertura de pruebas, etc. La revisión de código por pares, es utilizado por tan solo cinco de los encuestados. La refactorización que es una actividad orientada a mantener un código limpio y de calidad, es practicada únicamente por cuatro de los encuestados, los datos tienen sentido, porque para poder hacer refactorización se debe tener buena cobertura de pruebas, algo con lo que no cuentan la mayoría de proyectos. Las auditorías y las pruebas de integración son utilizadas únicamente por un 10% de los encuestados. Por último, la programación en parejas es casi que desconocida por todos los encuestados, tan solo dos de ellos respondieron afirmativamente cuando se les preguntó sobre la utilización de dicha técnica.



Figura 4.12: Utilización de las buenas prácticas de la ingeniería de software

Fuente: Elaboración propia

4.1.3.10 Utilización de técnicas y herramientas para disminuir defectos y retrabajo

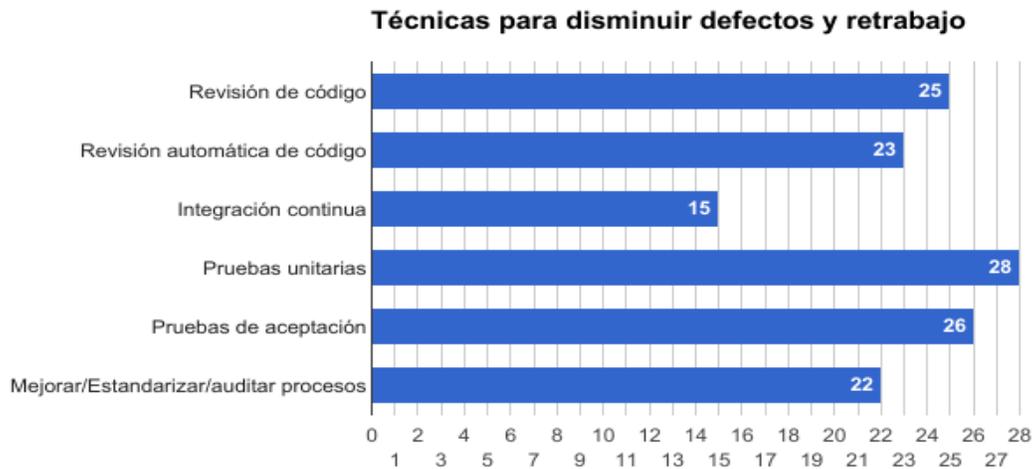


Figura 4.13: Técnicas y herramientas propuestas para disminuir defectos y retrabajo

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.13, mostrada anteriormente, se puede observar las técnicas, herramientas y buenas prácticas de la ingeniería de software que según los encuestados podrían utilizar para disminuir la cantidad de defectos y retrabajo. En resumen, predominan las actividades orientadas al aseguramiento de la calidad, todas ellas orientadas a la prevención. Las pruebas unitarias son identificadas como la principal técnica

que actualmente no se realiza pero que debería ser obligatoria, seguidas de las pruebas de aceptación. La primera actividad es apoyada por 93% de los encuestados y la segunda por el 86%. Está comprobado que ambas ayudan en la disminución de los defectos y retrabajo en la disciplina del software. La revisión preventiva de código por parte de los pares antes de integrar el código en el controlador de versiones, es mencionada por 25 de los encuestados como una tarea importante para disminuir la incidencia de defectos. Además es una actividad que ayuda a aumentar el conocimiento de los miembros del equipo sobre el código, entrenar a programadores más jóvenes, eliminar dependencias en personas (disminución de riesgos), aumentar la calidad interna del código, etc. La revisión automática de código es citada por 23 encuestados como una práctica sencilla y fácil de implementar que puede ayuda a disminuir la cantidad de defectos y retrabajo. La estandarización, mejora y auditoría de procesos de gestión de la calidad y desarrollo de software es mencionada por 22 de los encuestados (73%) como necesaria, es decir, un mejor aseguramiento de la calidad es requerido por los directores de proyectos de la empresa. Por último, 15 encuestados indican que la integración continua es una buena práctica que no se implementa en la mayoría de proyectos y que puede ayudar a disminuir la cantidad de defectos y retrabajo.

Las principales razones que se citan para no ejecutar dichas actividades son las siguientes: falta de tiempo, procesos de gestión de proyectos defectuosos, presiones por parte de los interesados, costo de ejecutar las tareas, falta de capacitación del equipo, falta de herramientas de software de apoyo, negligencia y desconocimiento de la relación entre la acumulación de deuda técnica y la incidencia de defectos y retrabajo.

4.1.3.11 Utilización de técnicas y herramientas para disminuir la deuda técnica

La deuda técnica es causante de muchos problemas en el desarrollo de software como: incremento en la incidencia de defectos, disminución de la productividad, disminución de la mantenibilidad del código, entre otros. Por eso, es importante mantenerla bajo control. La deuda técnica es producida, principalmente, por defectos en los procesos de la gestión de proyectos y por no utilizar las buenas prácticas de la ingeniería del software. Al cuestionar a los directores de proyectos acerca de cuales técnicas considera deberían aplicarse en los proyectos de software para atacar la deuda técnica, su primera respuesta fue que es necesario recopilar y analizar métricas de calidad del proyecto, de sus procesos, de sus entregables y del código. Es decir, mejorar los procesos planificación, aseguramiento y control de la calidad. Las métricas de calidad permiten cuantificar muchas características abstractas como lo son: calidad de los procesos, calidad de los entregables, calidad de las salidas de los procesos de la gestión de proyectos, complejidad, deuda técnica, cobertura de pruebas, potenciales brechas de seguridad, cantidad de líneas de código por método, cantidad de líneas por clase, etc. Claramente los 28 encuestados (93%) que consideran cruciales las métricas de calidad, entiende que no se puede mejorar aquello que no se puede medir. Las pruebas unitarias son consideradas muy importantes por 26 de los encuestados para mantener la deuda técnica a raya. Su razonamiento es que las pruebas unitarias permiten aplicar la técnica que citaron en el tercer puesto de importancia: la refactorización. Pruebas unitarias y refactorización van de la mano. No se pueden hacer cambios al código con seguridad y confianza si no se tienen pruebas que protejan al programador de cometer errores e introducir defectos. Es por eso que 24 encuestados mencionaron la importancia de la refactorización de código para controlar la deuda técnica.

La revisión de código fue mencionada por 21 de los encuestados (70%) como una actividad probada y recomendada que tiene impacto positivo en la calidad del software. La revisión automática de código es importante para 17 encuestados, mencionan que es una técnica sencilla y fácil de implementar en los proyectos y vale la pena aplicarla por su impacto positivo en la calidad del software. En último lugar, programación en parejas es recomendada por cinco encuestados (17%) como una forma de combatir la deuda técnica, sin embargo, su implementación no ha sido tan sencilla en los proyectos de la empresa por diversas razones como: cultura, barreras psicológicas, dificultad de mantener una alta adhesión a la práctica, algunas personas son más productivas trabajando solas y es difícil de entender la economía de la herramienta por los involucrados no técnicos, los cuales la consideran “un desperdicio”. Sin embargo, en defensa de la programación en parejas, existen estudios que demuestran que es muy útil para disminuir la cantidad de defectos, aumentar la calidad interna del código, mejorar el diseño del software, disminuir las curvas de aprendizaje, promover la propiedad colectiva del código (disminuye riesgos), entre otros. En resumen, fortalecer los procesos de planificación, aseguramiento y control de la calidad favorecerían en el control de la deuda técnica. En la figura 4.14, mostrada a continuación, se puede observar los resultados analizados en esta sección.

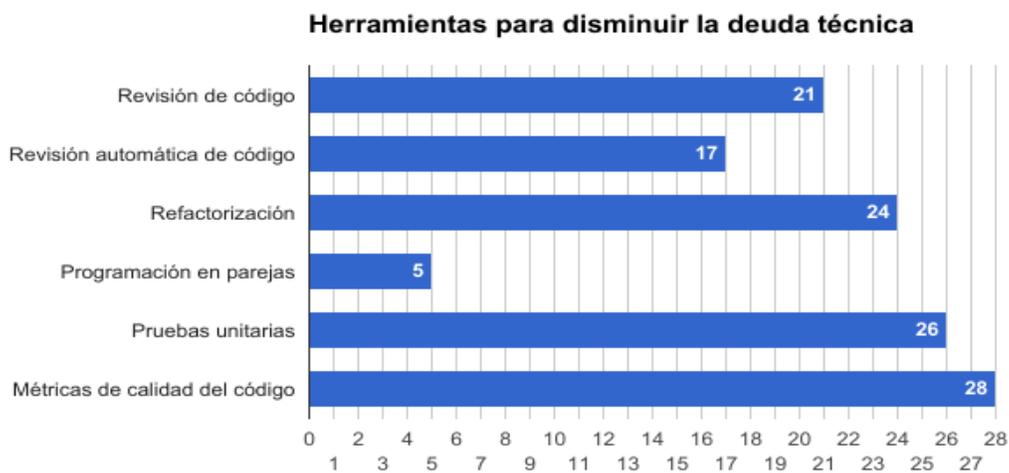


Figura 4.14: Técnicas y herramientas para disminuir la deuda técnica

Fuente: Elaboración propia

4.1.4 Identificación de los principales defectos y sus causas

Los principales defectos que impactan la calidad de proyectos en la empresa Avantica Technologies son: defectos, baja calidad, retrabajo, inconformidad de cliente, baja productividad, impacto en la rentabilidad de los proyectos, daño a la imagen de la empresa, impacto negativo al triángulo de las restricciones. Entre las causas de dichos defectos se pueden mencionar: deuda técnica, mala gestión de la calidad, no aplicar buenas prácticas de la ingeniería de software, procesos de la gestión de la calidad de proyectos inadecuados, favorecer la inspección a la prevención, entre otros.

En la figura 4.15, que corresponde a un diagrama de causa-efecto, se puede observar en detalle el análisis de las relaciones causales.

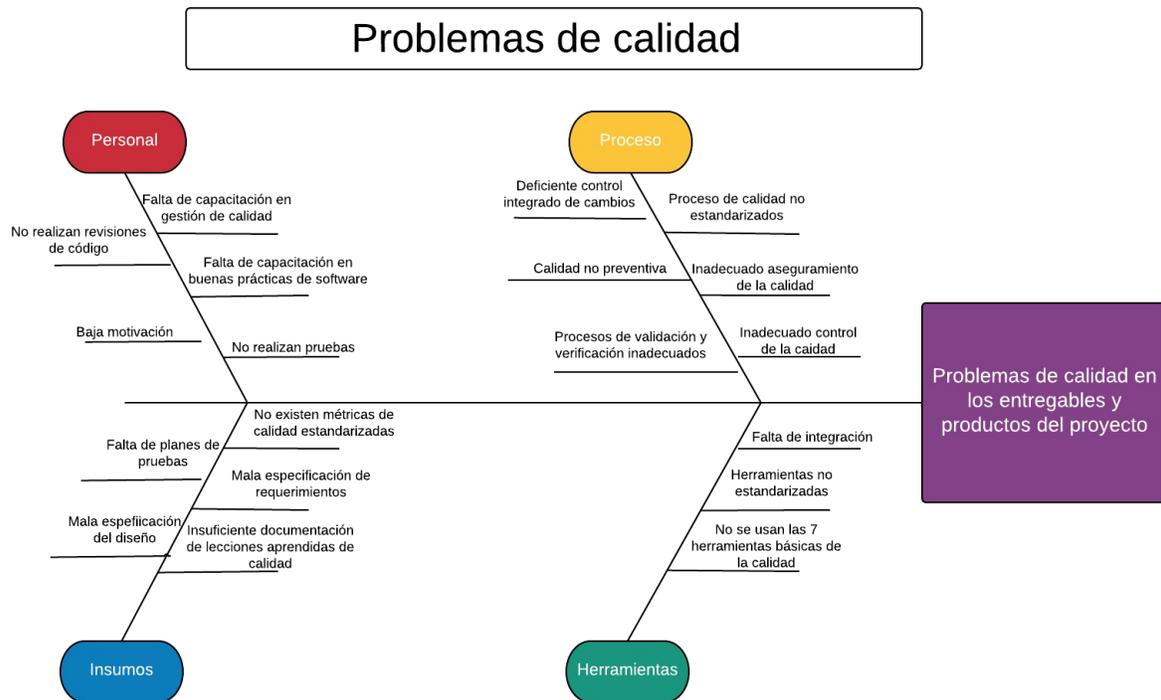


Figura 4.15: Diagrama de causa-efecto de los problemas de la calidad

Fuente: Elaboración propia

4.2 Evaluación de los procesos de gestión de proyectos y su impacto en la calidad

Con la información recolectada de las entrevistas, encuestas, estudio de los activos de los procesos de la organización, análisis de la situación actual y discusiones en grupos focales, se identificaron los procesos de la gestión de proyectos de Avantica Technologies que poseen la mayor cantidad de defectos que impactan directamente la calidad y cuya mejora es prioridad. En las siguientes secciones, se detallan dichos procesos, sus fortalezas, debilidades, amenazas, oportunidades y el potencial impacto sobre la calidad. Lo anterior con el objetivo de identificar las principales brechas que deben ser eliminadas por la metodología propuesta por esta investigación.

4.2.1 Principales procesos de la gestión de proyectos susceptibles de mejora

Se preguntó a los encuestados sobre qué procesos de la gestión de proyectos consideran que son susceptibles de mejora. Todos los procesos del área de la gestión de la calidad fueron mencionados como prioritarios. La planificación de la calidad (24 encuestados), realizar el aseguramiento de la calidad (22 personas) y controlar la calidad (21 directores de proyectos), son considerados como los procesos que más oportunidades de mejora tienen. Esto es consistente con los resultados obtenidos tanto en el análisis

de madurez, como con los defectos detectados en la gestión de la calidad de proyectos en la empresa. La recopilación de requisitos fue mencionada por 23 encuestados (77%) como un proceso que debe mejorarse. El cierre del proyecto o fase es preocupación para 19 de los encuestados (63%). Esto se debe a que consideran que en Avantica Technologies se pueden mejorar las actividades relacionadas a la documentación de lecciones aprendidas, actualización de los activos de los procesos de la organización, almacenamiento de todos los documentos relevantes del proyecto para utilizarlos como datos históricos y otras actividades orientadas a la mejora de los procesos. Los encuestados consideran que los procesos de cierre defectuosos están produciendo pérdida de información valiosa que puede ayudar en el proceso de maduración y mejorar la calidad de la gestión de proyectos en la empresa. Por último, realizar el control integrado de los cambios es para 15 encuestados (50%) un proceso susceptible de mejora. Esto porque desean evitar la corrupción del alcance, el cual impacta muchas áreas del conocimiento como calidad, costo, alcance y tiempo. No es raro que los proyectos fracasen por un descontrol o mala gestión del alcance y de los cambios. Los resultados discutidos en esta sección se pueden apreciar de forma gráfica en la figura 4.16 que se muestra a continuación.

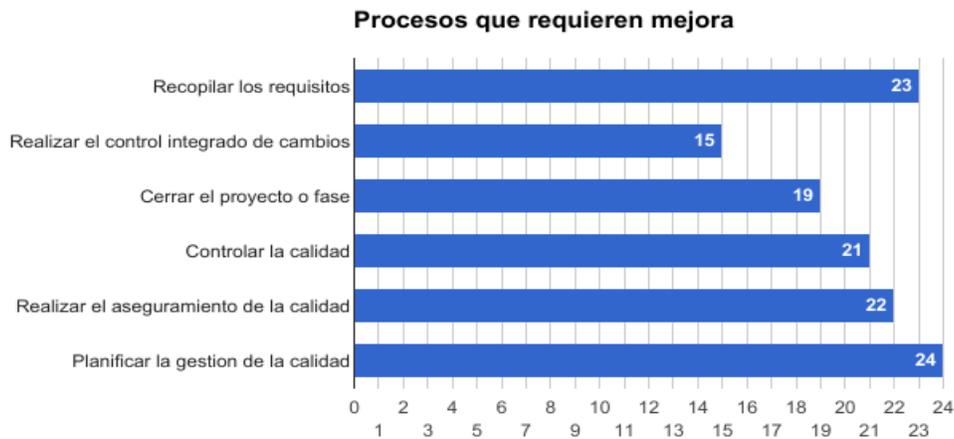


Figura 4.16: Procesos de la gestión de proyectos que requieren mejora.

Fuente: Elaboración propia.

Los defectos en los procesos discutidos en esta sección producen el siguiente impacto negativo en la calidad de los proyectos:

- Altos porcentajes de retrabajo.
- Imposible la mejora continua.
- Baja productividad.
- Altos porcentajes de defectos en el producto entregado al cliente.
- Impacto a la motivación de los equipos de trabajo producto de la necesidad de trabajar horas

extras para reparar defectos.

- Entregables de baja calidad.
- Procesos ineficientes, pocos predecibles y con alta variabilidad.
- Impacto al triángulo de restricciones producto de la baja calidad.
- Materialización de riesgos por la orientación a la corrección y la carencia de procesos preventivos.
- Acumulación de deuda técnica.
- Baja calidad interna del código.
- Aparición recurrente de defectos que fueron corregidos.
- Bajas tasas aceptación de productos por parte del cliente.
- Retrasos.
- Corrupción del alcance.
- Sobrecostos.
- Baja calidad en las estimaciones de la duración de tareas.
- Insatisfacción del cliente.

4.2.2.1 Planificar la gestión de la calidad

Es importante empezar con la definición y el objetivo del proceso de planificar la gestión de la calidad, que según el *Project Management Institute* (2013a), consiste en “identificar los requisitos y estándares de calidad para el proyecto y sus entregables, así como de documentar cómo el proyecto demostrará el cumplimiento con los mismos” (p. 231). Dicho proceso guía la gestión y la validación de la calidad del proyecto. Las principales salidas del proceso son: plan de gestión de la calidad, plan de mejoras del proceso, métricas de calidad y listas de verificación de calidad.

La calidad debe ser preventiva, es decir, planificada, diseñada y construida; y no debe ser únicamente inspeccionada durante el proceso de desarrollo y gestión del proyecto. Esto parte de la premisa que el costo de prevenir errores es menor que el costo de corregirlos cuando son detectados por procesos de inspección en etapas avanzadas del proyecto. Es por eso que la guía PMBOK recomienda que todo proyecto debe desarrollar un plan de gestión de la calidad y disponer de datos para demostrar el cumplimiento del mismo.

En cuanto a la planificación de la gestión de la calidad, Avantica Technologies tiene problemas. Solo aquellos proyectos cuyos clientes adquieran un contrato pueden disfrutar de los beneficios del control de la calidad (pruebas al producto), porque para Avantica Technologies la calidad está centrada en el producto. Por otro lado la planificación y el aseguramiento de la calidad son *ad hoc* o inexistentes en la mayoría de los proyectos (87%). Dado que Avantica Technologies considera los procesos de planificación, control y aseguramiento de la calidad por separado y no como elementos integrados, la gestión de la calidad de proyectos se ve impactada negativamente. En la tabla 4.2, que se muestra a continuación, se puede observar un análisis FODA de la planificación de la gestión de la calidad en Avantica Technologies:

Tabla 4.2: Análisis FODA del proceso: planificar la gestión de la calidad

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Se cuenta con una plantilla básica y genérica para crear un plan de gestión de la calidad. • Los directores y la PMO son conscientes de que el plan de gestión de la calidad debería ser creado obligatoriamente para todos los proyectos. • Se posee el recurso humano capacitado para realizar la planificación de la gestión de la calidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • No es un proceso obligatorio para todos los proyectos. • Es un proceso <i>ad hoc</i> y no está estandarizado. • Ignora la planificación del aseguramiento de la calidad. • Favorece la inspección sobre la prevención. • No considera ni apoya la mejora continua. • No siempre se definen métricas de calidad.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la probabilidad de aceptación de los entregables por parte del cliente. • Definir objetivos claros y una ruta de acción para garantizar la calidad del proyecto. • Eficiente utilización de los recursos dado que la planificación de la calidad puede disminuir el retrabajo, desperdicio, deuda técnica, sobrecostos y cantidad de defectos. • Favorecer la prevención sobre la inspección. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rechazo de entregables por inconformidad con la calidad. • Aumento de los riesgos del proyecto. • No se contaría con una estrategia para garantizar la calidad del proyecto. • Aumento del retrabajo, desperdicio, deuda técnica, sobrecostos y defectos. • No se dispondría de métricas objetivas para definir, medir y controlar la calidad del proyecto y sus entregables.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.2 Realizar el aseguramiento de la calidad

Realizar el aseguramiento de la calidad consiste en “auditar los requisitos de calidad y los resultados obtenidos a partir de las medidas de control de calidad, a fin de garantizar que se utilicen los estándares de calidad y las definiciones operativas adecuadas” (*Project Management Institute*, 2013a, p.241). El beneficio de realizar el aseguramiento de la calidad es que permite mejorar los procesos de calidad. Es un proceso netamente preventivo que permite construir garantías y confianza de que el trabajo en progreso cumplirá los requisitos de calidad. El objetivo es la prevención de defectos en las etapas tempranas, apoyando así el concepto de que la calidad se planifica y diseña, no solamente se debe inspeccionar. Apoya la filosofía de calidad relacionada a que los productos y entregables deben construirse bien desde la primera vez. Además, la mejora continua de procesos, reduce las pérdidas, reduce el desperdicio y elimina las actividades que no agregan valor. Esto permite que los procesos operen con niveles altos de eficacia y eficiencia. El aseguramiento de la calidad en Avantica Technologies es casi inexistente. Los esfuerzos se concentran más en el control de la calidad (inspección) que en actividades preventivas (aseguramiento de la calidad). La principal razón, como se ha indicado a lo largo de esta investigación, es que Avantica Technologies no puede asumir todos los costos de prevención de la calidad y ha sido muy difícil convencer al cliente de la importancia de invertir en una gestión de la calidad integral en los proyectos de software. Por lo tanto, en la mayoría de proyectos, cada equipo define cuales deberían ser las actividades de aseguramiento de calidad que pueden ejecutarse de acuerdo a las restricciones en costo, alcance, y tiempo. Esto se traduce en que los equipos realicen un aseguramiento de la calidad *ad hoc*. Y en casos de emergencias, cuando el proyecto corre riesgo de impactar cualquiera de los vértices del triángulo de las restricciones, se prefiere sacrificar el aseguramiento o control de la calidad. En Avantica Technologies la mejora continúa es imposible, porque no es obligatorio y no existe un proceso estandarizado de aseguramiento de la calidad. Adicionalmente, ante la ausencia de procesos para prevenir o detectar defectos en etapas tempranas del proyecto el costo de las reparaciones y el retrabajo aumentan. Esto porque el costo de reparar un defecto aumenta entre más tarde se identifique. En la tabla 4.3, se presenta el análisis FODA del proceso “realizar el aseguramiento de la calidad” en Avantica Technologies.

Tabla 4.3: Análisis FODA del proceso: realizar el aseguramiento de la calidad

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • La calidad como proceso preventivo es parte de los objetivos estratégicos de la empresa por lo que se tiene el apoyo de la alta gerencia para implementar el aseguramiento de la calidad. • Dado que se utiliza <i>Scrum</i> como metodología de desarrollo de proyectos, al menos se aprovechan las reuniones de retrospectiva para la mejora de procesos de desarrollo y gestión de proyectos de software. 	<ul style="list-style-type: none"> • No es un proceso obligatorio para todos los proyectos. • Es un proceso <i>ad hoc</i> y no está estandarizado. • La empresa no tiene una cultura preventiva sino correctiva que dificulta el proceso de aseguramiento de la calidad. • No se cuenta con plantillas. • No se cuenta con lecciones aprendidas. • La mejora continua es imposible sin un buen aseguramiento de la calidad. • Las mejoras a los procesos, producto de las reuniones de retrospectiva, no se documentan por lo que no pueden generalizarse, estandarizarse o reutilizarse en otros proyectos. • No existen los conceptos de auditorías, inspecciones o revisiones de procesos en la empresa. • El poco aseguramiento de la calidad que se realiza es uno de los primeros procesos sacrificados apenas aparecen problemas que pueden impactar el triángulo de las restricciones (alcance, costo y tiempo).
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Detectar anomalías en los procesos de la gestión de proyectos. • Apoyar la mejora continua. • Disminuir la variabilidad de los procesos de la gestión de proyectos aumentando así su predictibilidad. • Garantizar la calidad de los procesos y su adecuada aplicación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos irregulares o con defectos impactan directamente la calidad del proyecto y sus entregables. • Procesos que no son correctamente ejecutados o que son omitidos producen desperdicio, retrabajo y aumentan la posibilidad de introducir defectos en el software.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.3 Controlar la calidad

Según el *Project Management Institute* (2013a), controlar la calidad es el proceso de “monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios” (p. 248).

Uno de los beneficios de llevar a cabo este proceso es que permite identificar y detectar los defectos en los productos y procesos, así como determinar sus causas para proponer medidas correctivas y preventivas para eliminarlas o evitar que se repitan. Además, este proceso permite validar que el trabajo y los entregables del proyecto cumplen con los requisitos solicitados por los interesados para que sean aceptados. Esta actividad está orientada a la calidad del producto. Y en el caso del software, es de vital importancia tomar en consideración también la calidad interna del código. Esto debido a que una baja calidad interna del código disminuye la mantenibilidad, la productividad y se aumenta la probabilidad de introducir defectos en el producto final.

El control de la calidad en Avantica Technologies es más común que el aseguramiento de la calidad. Aún así el control de la calidad presenta deficiencias. Por lo general, el proceso es *ad hoc* y cada equipo define como realizar el control de la calidad. En la empresa, el control de la calidad se ejecuta de la siguiente manera: un programador termina sus tareas, integra el código, se genera una nueva versión del proyecto y un especialista de QA se encarga de verificar la funcionalidad. Nótese la naturaleza correctiva y desarticulada entre el desarrollo de software y la calidad.

Un correcto control de la calidad de software incluye muchas más tareas que las que ejecuta Avantica Technologies y debería ser un proceso más integrado. Muy pocos proyectos utilizan técnicas y herramientas como: integración continua, inspección continua, revisión de código por parte de compañeros del equipo, revisión automática de código, pruebas automatizadas (unitarias, integración, sistema y aceptación), programación en parejas y registro de métricas de calidad, entre otros. Muchas de estas tareas no se realizan por falta de capacidad técnica de los miembros del equipo (inexperiencia) y por procesos defectuosos o inexistentes.. Debido a esto no se puede disfrutar de otros beneficios propios del control de la calidad como lo son: métricas de control de calidad, entregables correctamente validados y métricas de desempeño del trabajo. Dado que los resultados del control de la calidad son insumo para el aseguramiento de la calidad, se pierden los beneficios potenciales que puede brindar esta última.

En la tabla 4.4, se sintetizan el análisis FODA del proceso “controlar la calidad”.

Tabla 4.4: Análisis FODA del proceso: controlar la calidad

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Por lo general, todos proyectos cuentan con un equipo de QA que efectúa tareas de control de la calidad, • Existe personal con conocimiento para capacitar al resto e implementar las mejores prácticas recomendadas por la ingeniería de software y la gestión de proyectos para apoyar el control de la calidad (pruebas automáticas, revisión automática de código, integración continua, etc), 	<ul style="list-style-type: none"> • El esfuerzo de control de la calidad recae casi completamente sobre el equipo de QA y poco sobre el equipo de desarrollo. • Falta capacitación en buenas prácticas del desarrollo de software y gestión de proyectos orientadas al control de la calidad • No se registran métricas de control de calidad • Cada equipo define el mejor proceso a seguir para ejecutar el control de la calidad (proceso <i>ad hoc</i>). El proceso no es integral y está desarticulado. • Los procesos de validación del producto son débiles, reactivos, manuales y se basan principalmente en las pruebas que el equipo de QA pueda ejecutar. • Los procesos de control de la calidad son lentos y tediosos debidos a la poca automatización.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la probabilidad de cumplir con los requisitos de calidad. • Verificar y validar la calidad del producto. • Garantizar que se cumple con las métricas de calidad. • Las métricas producto de este proceso apoyan el control y seguimiento de la calidad. • Facilitar la detección de defectos en etapas tempranas para disminuir los costos de las reparaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas en el control de calidad aumenta la probabilidad de fracaso de los procesos de validación y verificación de los entregables del proyecto. • Un control de calidad defectuoso aumenta la probabilidad de aparición de desperdicio, retrabajo, defectos, sobrecostos e inconformidad del cliente. • Acumulación de deuda técnica que disminuye la mantenibilidad del código lo cual puede derivar en una baja productividad.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.4 Recopilar los requisitos

Este proceso consiste en “determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto” (*Project Management Institute*, 2013a, p.110). Este proceso es crucial para la correcta definición del alcance del proyecto, de los productos, entregables y servicios del proyecto. Tiene relación directa con la calidad porque de la correcta satisfacción de los requisitos depende la satisfacción de los interesados. Además, los requisitos definen las expectativas de

calidad esperadas por el cliente. La validación del alcance y la aceptación de los productos y entregables dependen del cumplimiento de los requisitos. La planificación del costo, cronograma, presupuesto y la calidad utilizan como insumo directo los requisitos. De hecho, todo proyecto debe recopilar los requisitos de calidad, que determinan las condiciones o criterios necesarios para validar la conclusión exitosa y a satisfacción de los entregables.

Las salidas cruciales de la recopilación de requisitos son la documentación de requisitos y la matriz de trazabilidad. En el caso de Avantica Technologies, la recopilación de requisitos es un tema de discusión.

Por una parte, se utiliza *Scrum* como metodología de desarrollo ágil. Las metodologías ágiles aceptan la naturaleza cambiante de los requisitos. De hecho, el cambio es bienvenido, incluso en etapas avanzadas del desarrollo. Las metodologías ágiles aceptan que el cambio constante es parte de la ventaja competitiva de los interesados.

Por otro lado, la guía PMBOK, sugiere que se ejecute un proceso muy formal y exhaustivo de recopilación de requerimientos que inclusive podría ser imposible de realizar en proyectos de software que son innovadores o aquellos centrados en la investigación y desarrollo, donde los interesados no saben lo que quieren hasta que vean una pieza de software funcionando.

Por lo tanto, se requiere un balance, ni una recopilación de requerimientos exhaustiva que produzca parálisis por análisis y limite los beneficios de utilizar *Scrum*, ni un proceso de recopilación de requerimientos tan superficial que nadie sepa cual es el objetivo del proyecto y se produzca una corrupción del alcance incontrolable. Actualmente, Avantica Technologies realiza una recopilación de requerimientos rápida, solo para darse una idea superficial de qué desea el cliente y ejecuta un adecuado proceso de adquisiciones para firmar el tipo de contrato que le permita protegerse del constante cambio que es común en la mayoría de proyectos de software. Sin embargo, la calidad de los proyectos se puede mejorar si se ejecuta un proceso de recopilación de requerimientos más formal, estandarizado y riguroso. Otro problema que se presenta es que los equipos de proyecto confunden el *product backlog*, con el documento de requerimientos y la matriz de trazabilidad. A esto se suma un incorrecto control integrado de los cambios, que en conjunto generan alta corrupción del alcance.

En definitiva, Avantica Technologies se vería beneficiada de una mejor recopilación e ingeniería de requisitos, que busque el balance ideal entre lo sugerido por la guía PMBOK sin limitar las bondades que brinda y persigue *Scrum*. El involucramiento desde el principio y a lo largo de todo el proyecto del *product owner*, es lo que ha ayudado a amortiguar los problemas de no realizar una adecuada ingeniería de requerimientos.

En la tabla 4.5, se muestra el análisis FODA del proceso de recopilación de requisitos en Avantica Technologies.

Tabla 4.5: Análisis FODA del proceso: recopilar los requisitos

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • Dado que se utiliza como metodología de desarrollo Scrum, un representante de los interesados (el <i>product owner</i>) siempre está a disposición del equipo del proyecto para aclarar cualquier duda concerniente a los requisitos. • Se tiene un <i>product backlog</i> que permite dar seguimiento a los requerimientos, su prioridad, responsables, criterio de aceptación, casos de prueba, entre otros (es similar a una matriz de trazabilidad de requerimientos). 	<ul style="list-style-type: none"> • No se utiliza una correcta ingeniería de requisitos. • No hay documentos formales de requisitos. • Se confunde el hecho de que <i>Scrum</i> no requiere documentación de requisitos antes de iniciar la etapa de desarrollo de software con no realizar una recopilación de requisitos del todo. • Los criterios de aceptación y casos de prueba no siempre son claros. • Se confunde el <i>product backlog</i> con la documentación de requisitos y la matriz de trazabilidad. • Los requisitos no siempre son: específicos, medibles, realizables, realistas y limitados en tiempo (SMART). • Requisitos de baja calidad aumentan el retrabajo, los defectos y la corrupción del alcance. • Sin requisitos es imposible validar y verificar los productos y entregables del proyecto.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Aumentar la comprensión de las necesidades del cliente. • Disminuir los supuestos. • Disminuir las omisiones. • Disminuir los riesgos. • Disminuir la incertidumbre. • Disminuir o estabilizar los cambios. • Facilitar la definición de los objetivos del proyecto. • Apoyar la definición adecuada del alcance, costo, tiempo y calidad del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sin requisitos bien definidos es imposible definir la calidad y las líneas base del proyecto. • Aumento de los riesgos e incertidumbre del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2.5 Cerrar el proyecto o fase

Según el *Project Management Institute* (2013a), cerrar el proyecto o fase consiste en “finalizar todas las actividades a través de todos los Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos para completar formalmente el proyecto o una fase del mismo” (p. 100). En el caso de Avantica Technologies, este proceso fue identificado por los participantes de los grupos focales entre los prioritarios para ser mejorado, por el hecho de que el cierre de proyecto o fase, implica la correcta documentación de lecciones aprendidas, actualización de los activos de los procesos de la organización y el almacenamiento de los documentos del proyecto para que funcionen como información histórica. Este proceso es crucial si se busca la mejora continua de los procesos, la maduración de la gestión de proyectos y la calidad. Actualmente, el proceso de cierre de proyecto o fase no está estandarizado, lo que impide el análisis, procesamiento y reutilización de la información histórica. Lo más parecido a un cierre de fase se ejecuta cada finalización de *sprint*, con las reuniones de *sprint review* y *sprint retrospective*. Sin embargo, los defectos identificados y mejoras propuestas en ambas reuniones no se documenta formalmente, por lo que los beneficios solo se pueden aplicar al proyecto en curso. En la tabla 4.6, se puede observar el análisis FODA del proceso de cierre del proyecto o fase.

Tabla 4.6: Análisis FODA del proceso: cerrar el proyecto o fase

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> • La mayoría de proyectos ejecutan reuniones de <i>sprint review</i> y <i>sprint retrospective</i>. • Al menos se documenta de forma <i>ad hoc</i> algunas lecciones aprendidas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Proceso no estandarizado e informal. • Cuando el proyecto atraviesa por momentos de presión no se ejecutan las reuniones de <i>sprint review</i> y <i>sprint retrospective</i>. • La información de lecciones aprendidas que se almacena es muy básica y no sigue un estándar.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Apoyar la mejora continua a través de la documentación de las lecciones aprendidas. • Garantizar que las metas y todo el trabajo del proyecto o fase ha sido terminado de acuerdo con los objetivos del proyecto y con la satisfacción del cliente. • Permitir la ejecución de un correcto cierre de las adquisiciones. • Conseguir la aceptación final del producto que está directamente relacionada con la calidad. • Facilitar la evaluación del desempeño de los miembros del equipo y la liberación de los recursos del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • El no documentar las lecciones aprendidas impide la mejora y la madurez en la gestión de la proyectos de la empresa.

Fuente: Elaboración propia

4.2.2.6 Realizar el control integrado de cambios

El control integrado de cambios consiste en “analizar todas las solicitudes de cambios, aprobar los mismos y gestionar los cambios a los entregables, los activos de los procesos de la organización, los documentos del proyecto y el plan para la dirección del proyecto, así como comunicar las decisiones correspondientes” (*Project Management Institute, 2013a, p.94*). Este proceso está relacionado con la calidad porque cualquier cambio puede impactar las líneas bases del proyecto y las salidas de dicho proceso son insumo para el proceso de controlar la calidad. El beneficio de este proceso es que permite considerar cualquier cambio en el proyecto de forma integral y así reducir los riesgos de introducir cambios que no tomen en consideración los objetivos del proyecto. Un inadecuado control de los cambios impacta negativamente el triángulo de las restricciones y la calidad del proyecto. En Avantica Technologies, el control del cambio se ejecuta informalmente utilizando el *product backlog* como única herramienta de apoyo. Cualquier cambio o nuevo requisito puede ser solicitado por el *product owner* en el momento que considere oportuno, dicho requisito se transforma en historias y estas son agregadas al *product backlog*. El problema es que luego de aceptar estos cambios, no siempre se actualizan los documentos del proyecto, las líneas bases o el plan para la dirección del proyecto. En la tabla 4.7 se sintetizan el análisis FODA del proceso “realizar el control integrado de los cambios”.

Tabla 4.7: Análisis FODA del proceso: realizar el control integrado de cambios

Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> Los cambios aprobados son visibles para todos los involucrados del proyecto utilizando como herramienta el <i>product backlog</i>. 	<ul style="list-style-type: none"> No siempre se actualizan las líneas bases del proyecto con los cambios aprobados. Es un proceso informal. No siempre se analiza el impacto de los cambios en los objetivos del proyecto.
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> Evitar la corrupción del alcance. Apoyar la correcta gestión de las líneas base (alcance, costo, tiempo) tomando en consideración los objetivos del proyecto. Minimizar riesgos producto del cambio inherente a todo proyecto. Analizar de forma integral el impacto de los cambios en el proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> Los cambios no controlados pueden producir retrabajo, baja calidad, sobrecostos, retrasos, baja productividad, defectos e insatisfacción del cliente. Impactos negativos en la líneas base del proyecto. Imposible dar un control y seguimiento a los cambios propuestos e implementados para evaluar su impacto en el proyecto.

Fuente: Elaboración propia

4.3 Gestión de la calidad en *Scrum* y su relación con la guía PMBOK

Antes de discutir la metodología de gestión de la calidad, es necesario comprender como *Scrum* incorpora las recomendaciones relacionadas a la calidad que propone la guía PMBOK.

El *Project Management Institute* indica que los ciclos de vida adaptativo como *Scrum* son utilizados en “entornos que cambian rápidamente, cuando los requisitos y el alcance son difíciles de definir con antelación y cuando es posible definir pequeñas mejoras graduales que aportarán valor a los interesados” (2013a, p.46). Los clientes de Avantica Technologies son conscientes que la industria del software cumple con las características mencionadas anteriormente y por eso contratan los servicios de la empresa para que se desarrollen los proyectos bajo un esquema ágil, específicamente *Scrum*. Sin embargo, Avantica Technologies presenta dificultades para combinar las recomendaciones de la guía PMBOK y *Scrum*, en un ciclo de vida de proyecto coherente y de calidad. De las entrevistas se corroboró que los directores de proyectos confunden la guía PMBOK con una metodología de desarrollo de software en cascada. Esto es incorrecto porque las recomendaciones de la guía PMBOK se pueden aplicar a cualquier tipo de proyecto sin importar el ciclo de vida que se utilice. La metodología propuesta en este trabajo pondrá énfasis en la calidad que es el objetivo de esta investigación. Una vez comprendida esta metodología se pueden incorporar cualquier recomendación del PMBOK relacionada a cualquier área del conocimiento sin mucho esfuerzo.

Según el *Project Management Institute* (2013a), “el ciclo planear-hacer-verificar-actuar (PDCA) es la base para la mejora de la calidad tanto del proyecto como del producto” (p. 229). Además, el ciclo PDCA es la piedra angular de la mejora continua.

También es importante destacar que la calidad debe estar orientada a la “prevención antes que la inspección. La calidad debe ser planificada, diseñada y construida. El costo de prevenir los errores es por lo general menor que corregirlos” (Project Management Institute, 2013a, p. 229).

La calidad debe considerar la satisfacción del cliente. Por lo tanto se debe “entender, evaluar, definir y gestionar los requisitos, de modo que se cumplan las expectativas del cliente. Esto requiere una combinación de conformidad con los requisitos (para asegurar que el proyecto produzca aquello para lo cual fue emprendido) y adecuación para su uso (el producto o servicio debe satisfacer necesidades reales)” (Project Management Institute, 2013a, p. 229).

En *Scrum*, la calidad se define como la habilidad de completar los entregables o productos para cumplir con los criterios de aceptación y alcanzar el valor de negocio esperado por el cliente¹².

Para asegurar que el proyecto cumple con los requisitos de calidad, *Scrum* adopta un enfoque de mejora continua (basado en el ciclo PDCA) donde el equipo aprende de la experiencia y los involucrados están comprometidos constantemente en el proyecto.

Cualquier cambio en los requisitos se refleja en el *product backlog* a través del *product owner* como representante del cliente. El *product backlog* siempre tendrá historias pendientes por ejecutar hasta el

12 Nótese que la definición es congruente con la guía PMBOK

cierre del proyecto. Los cambios en los requisitos refleja cambios en el ambiente interno o externo del negocio al cual debe adaptarse el proyecto. Si el proyecto no se adapta a dichos cambios se incumplirá la satisfacción del cliente que es una de las claves en la definición de calidad.

Las metodologías ágiles, aceptan el cambio constante y lo utiliza en beneficio de la ventaja competitiva del cliente. Para abordar el cambio constante, *Scrum* requiere que el trabajo se complete en incrementos cortos (*sprints*), esto significa que los errores o defectos se detectan en etapas tempranas, cuando son más baratos de corregir. Además, estos pequeños incrementos facilitan adaptarse al cambio.

En cada *sprint* se incorpora aseguramiento y control de la calidad repetitivos, en lugar de una sola etapa de control de calidad al final, cuando el producto o servicio está casi completado y el costo de las correcciones o modificaciones es alto.

Scrum sugiere que todas las tareas importantes relacionadas a la calidad sean completadas durante el *sprint*, garantizando al final del mismo, un producto listo para ser puesto en producción y ser explotado si así lo desea el cliente. Dado que cada *sprint* es corto (por lo general dos semanas), es posible la mejora continua a una tasa acelerada, porque esta repetición constante de tareas de calidad, retroalimentación y correcciones a los procesos aumenta la probabilidad de lograr los niveles esperados de calidad. Como al final de cada *sprint* se entrega un producto listo¹³, los involucrados y el *Scrum team* pueden discutir, basados en evidencia objetiva, las brechas que existan entre las expectativas y la realidad respecto a la calidad y requisitos. De esta forma, en constantes ciclos cortos de retroalimentación las brechas se cierran. Lo anterior es el corazón del ciclo PDCA, de la mejora continua y de la metodología de gestión de la calidad propuesta en esta investigación.

4.3.1 El ciclo planificar-hacer-verificar-actuar (PDCA)

El nombre del ciclo PDCA (o ciclo PHVA) viene de las siglas planificar, hacer, verificar y actuar, en inglés: *Plan, Do, Check, Act*. También es conocido como ciclo de mejora continua o círculo de Deming, por ser Edwards Deming su creador.

Esta metodología describe los cuatro pasos esenciales que se deben llevar a cabo de forma sistemática para lograr la mejora continua, entendiendo como tal el mejoramiento continuado de la calidad (disminución de fallos, aumento de la eficiencia, solución de problemas, prevención, eliminación de riesgos, eliminación del desperdicio). El círculo de Deming lo componen cuatro etapas cíclicas, de preferencia cortas, de forma que una vez acabada la etapa final se debe volver a la primera y repetir el ciclo de nuevo. Las actividades son reevaluadas periódicamente para incorporar nuevas mejoras.

Las cuatro etapas que componen el ciclo son las siguientes:

1. Planificar (*Plan*): Se identifican las actividades susceptibles de mejora y se establecen los objetivos a alcanzar. Para buscar posibles mejoras se pueden realizar grupos de trabajo, escuchar las opiniones de los trabajadores, buscar nuevas tecnologías mejores a las que se están usando, etc.

13 O al menos un incremento sobre el producto

2. Hacer (*Do*): Se realizan los cambios para implantar la mejora propuesta. Generalmente conviene hacer una prueba piloto para probar el funcionamiento antes de realizar los cambios a gran escala.
3. Controlar o Verificar (*Check*): Una vez implantada la mejora al proceso, se deja un periodo de prueba para verificar su correcto funcionamiento. Si la mejora no cumple las expectativas iniciales habrá que modificarla para ajustarla a los objetivos esperados..
4. Actuar (*Act*): Por último, una vez finalizado el periodo de prueba se deben estudiar los resultados y compararlos con el funcionamiento de las actividades antes de haber sido implantada la mejora. Si los resultados son satisfactorios se implantará la mejora de forma definitiva. Una vez terminado el paso cuatro, se debe volver al primer paso periódicamente para estudiar nuevas mejoras.

Tanto *Scrum* como el círculo de Deming, son procesos iterativos e incrementales, orientados a la mejora continua. En la figura 4.17, se muestra de forma general, algunas actividades de *Scrum* y su relación con el ciclo PDCA.

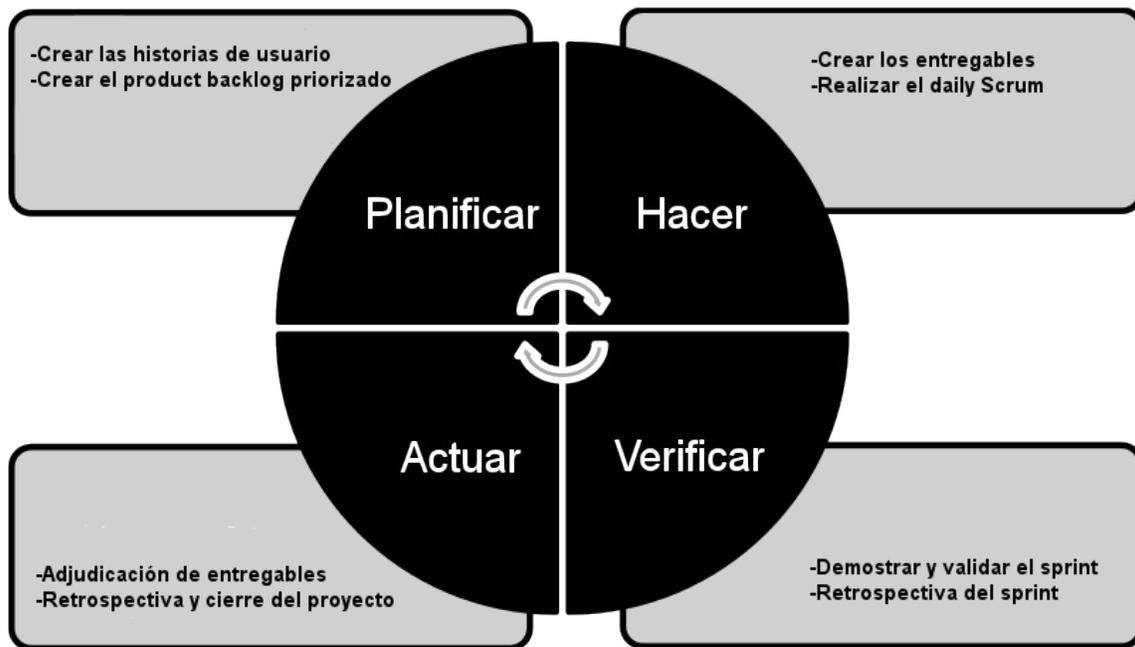


Figura 4.17: Relación entre calidad, *Scrum* y el círculo de Deming

Fuente: Elaboración propia

4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado

Antes de discutir los aspectos más generales de la gestión de la calidad en *Scrum* (planificación, aseguramiento y control) es importante discutir sobre los criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado que juegan un papel importante en la calidad.

El *product backlog* es similar a un documento de requisitos pero además define el alcance del proyecto y está compuesto de una lista priorizada de características que deben cumplir los productos, servicios o entregables del proyecto para satisfacer las necesidades del cliente con la calidad esperada. Las características requeridas se describen en forma de historias de usuario. Las historias de usuario son requisitos específicos solicitados por los interesados.

Todas las historias tienen asociado un criterio de aceptación, que es una definición objetiva que permite determinar cuando una historia es completada a satisfacción del cliente y con la calidad requerida. Los criterios de aceptación se obtienen de los documentos de requisitos del proyecto y del *product owner* de acuerdo a su conocimiento experto en el dominio del negocio.

El *product owner* comunica al *Scrum team* las historias que deben desarrollarse, colocándolas en el *product backlog* y el criterio de aceptación debe estar explícitamente definido porque es crucial para una oportuna y efectiva entrega de la funcionalidad. Defectos en el criterio de aceptación afectan directamente la calidad del producto y entregables. El criterio de aceptación es utilizado por el equipo de desarrollo (incluye especialistas de QA), para comparar si lo producido cumple con lo solicitado y esperado (calidad). Al final de cada *sprint*, el *product owner*, utiliza dicho criterio de aceptación para verificar los entregables completados y así aceptarlos o rechazarlos.

Adicional al criterio de aceptación, las historias de usuario contienen un elemento adicional que se llama: definición de *done*. Mientras que el criterio de aceptación indica objetivamente cuando el entregable cumple con los requisitos y las características de calidad esperadas, la definición de *done*, indica desde la perspectiva del usuario, cuando dicho entregable está listo para ser utilizado.

Es importante indicar, que las historias de usuario correspondientes a los entregables rechazados son agregadas de regreso al *product backlog* y deben ser completadas en futuros *sprints*. Es decir, el rechazo de los entregables y sus correspondientes historias no significa un rechazo sobre el producto final o incremento. El producto o incremento puede potencialmente ser puesto en producción si así lo consideran pertinente los involucrados clave. Esto porque el software es una de las pocas disciplinas, que bajo ciertas condiciones, permite la utilización y comercialización de productos aunque existan defectos conocidos. Además, la alta competencia, la necesidad de innovar y de llegar primero al mercado son características comunes de la industria de la alta tecnología que pueden presionar a los involucrados claves a explotar un software aunque no se cumplan los requisitos de calidad. La ventaja radica en que los ciclos cortos de *Scrum*, permitirán en un tiempo corto (un par de semanas) corregir los defectos, adaptarse al cambio y aprovecharse de la mejora continua de la calidad.

Antes de finalizar esta sección, es importante aclarar la diferencia entre criterio de aceptación y definición de *done*, ambos conceptos cruciales para la calidad en *Scrum*. La diferencia clave radica en que el

criterio de aceptación es único para cada historia individual y la definición de *done* es un conjunto de reglas aplicables a todas las historias de usuario en un *sprint* dado.

En términos generales, la definición de *done* puede incluir criterios como:

- La historia ha sido revisada por otros miembros del equipo.
- La historia cuenta con pruebas unitarias.
- La historia fue verificada por un especialista en QA.
- La historia está entregada en un ambiente de pruebas (desarrollo, QA, *fun*, etc).
- La historia cuenta con una revisión de código por otro miembro del equipo.

Al igual que con el criterio de aceptación, todas las condiciones de la definición de *done* deben ser satisfechas para que la historia se considere lista. El equipo utiliza una lista de verificación para asegurarse que las tareas finalizadas cumplen con la definición de *done* (DoD). Una clara definición de *done* es crítica porque ayuda a eliminar ambigüedades y permite que el equipo se adhiera a las normas de calidad requeridas.

4.3.3 Gestión de la calidad en *Scrum*

El cliente es el involucrado más importante en cualquier proyecto. Por lo tanto, es importante entender sus necesidades. El cliente puede expresar sus requisitos explícita o implícitamente. Generalmente, en *Scrum*, el *product owner* se enfoca en los requisitos y objetivos del negocio, que en su conjunto representan los requisitos de los clientes. El *product owner* funciona como punto de comunicación entre todos los involucrados del proyecto y el equipo del proyecto.

La gestión de la calidad en *Scrum* permite a los clientes estar al tanto de los problemas del proyecto y los mantiene involucrados y comunicados por medio de la interacción con el *product owner*. Esta comunicación constante junto con las reuniones de *sprint review*, les permite conocer si el proyecto avanza de acuerdo a lo planeado y cumpliendo sus expectativas. En *Scrum*, la calidad no solamente es acerca de cumplir con métricas, es acerca de la satisfacción de los involucrados a través de la entrega y demostración de productos funcionales al final de cada *sprint*. El punto de vista de los clientes, patrocinadores e involucrados es clave porque al final ellos son los que están invirtiendo su dinero en el proyecto.

Scrum, utilizando las recomendaciones de la guía PMBOK, gestiona la calidad a través de tres actividades interrelacionadas:

- Planificación de la calidad.
- Aseguramiento de la calidad.
- Control de la calidad.

4.3.3.1 Planificación de la calidad

Uno de los principios fundamentales de *Scrum* es desarrollar y entregar primero la funcionalidad de mayor prioridad para el cliente. Las características menos importantes serán desarrolladas en subsecuentes *sprints* o pueden quedar por fuera en si así lo desea el cliente. Este enfoque le brinda al *Scrum team* el tiempo requerido para enfocarse en la calidad de la funcionalidad esencial requerida. Un beneficio clave de la planificación de la calidad es la reducción de deuda técnica que es el enemigo número uno de la calidad interna de los productos de software. La deuda técnica impacta directamente la calidad de los entregables y del proyecto, produce retrabajo, retrasos, sobrecostos, disminuye la productividad y aumenta la probabilidad de introducir defectos.

Algunas causas de la deuda técnica son:

- Procesos de gestión de proyectos defectuosos o de baja calidad.
- Arreglos rápidos o descuidados en la construcción de los entregables que no cumplen con estándares de calidad o seguridad.
- Pruebas incompletas o inadecuadas.
- Documentación incompleta o inadecuada.
- Falta de coordinación entre los miembros del equipo.
- Falta de conocimiento compartido del dominio del negocio o de los procesos.
- Enfoque en las metas a corto plazo del proyecto en detrimento de las metas a largo plazo.
- Omisión, desconocimiento o negligencia al utilizar las buenas prácticas de la ingeniería de software y la gestión de proyectos.

Un *Scrum* de calidad minimiza los múltiples problemas provocados por la deuda técnica, si es acompañado de las recomendaciones de la gestión de proyectos propuestas por el PMBOK. Todas las historias de usuario tienen una definición de *done* y criterio de aceptación y al final de un *sprint* o están finalizadas completamente con calidad o no lo están (no existen puntos medios). Cualquier deuda técnica se detecta de inmediato antes de empezar el siguiente *sprint* (gracias a las reuniones de *sprint review*, *sprint retrospective*, *daily Scrum*, entre otras). Dado que el cliente acepta o rechaza los incrementos a los entregables al final de cada *sprint*, existe una retroalimentación constante y rápida sobre la satisfacción del cliente con la calidad. El *product backlog* esta priorizado de acuerdo a la importancia de las historias desde la perspectiva del cliente, por lo que este recibirá primero la funcionalidad esencial y que más valora. La definición de los criterios de aceptación y la definición de *done*, son parte importante de la planificación de la calidad.

La deuda técnica es un reto para la gestión de proyectos tradicionales donde el análisis, diseño, desarrollo, prueba y documentación son ejecutadas secuencialmente. La distancia de tiempo desde que se introduce un defecto y cuando se detecta es tan largo que el costo de repararlo es alto. Este esquema produce altos costos de mantenimiento, integración, pruebas y puesta en producción en las etapas finales del proyecto.

4.3.3.2 Aseguramiento y control de la calidad

El control de la calidad se refiere a la ejecución de las actividades de calidad planificadas en el plan de gestión de la calidad mientras se desarrollan los entregables del proyecto. También incluye el aprendizaje sobre el conjunto de actividades completadas con el objetivo de la mejora continua. Es importante que el equipo del proyecto cuente con las habilidades para ejecutar todas las actividades de control de la calidad planificadas. Durante el *sprint retrospective* el equipo discute las lecciones aprendidas. Estas lecciones cumplen la función de entrada para la mejora continua y contribuye a la mejora del control de la calidad.

La calidad no es requerida solo en los entregables sino también en los procesos. El aseguramiento de la calidad se refiere a la evaluación de los procesos y los estándares que gobiernan la gestión de la calidad en el proyecto para asegurar que cumplen su función, son eficientes, eficaces, que no son defectuosos y que no agregan desperdicio. Las actividades de aseguramiento de la calidad son ejecutadas como parte del trabajo normal del equipo del proyecto. Por ejemplo, el aseguramiento de la calidad es un factor significativo en la definición de *done* de las historias. Los entregables no son considerados completados si el correspondiente aseguramiento de la calidad no ha sido ejecutado. Además, actividades de aseguramiento de la calidad que no son parte inherente del equipo del proyecto, como por ejemplo las auditorías externas, se pueden agregar como historias de usuario en el *product backlog* y de esta forma planificarlas y ejecutarlas cuando sean necesarias. El aseguramiento y el control de la calidad son demostrados durante el *sprint review*. En esta reunión los involucrados clave pueden monitorear, evaluar y verificar que las actividades de aseguramiento y control de calidad han sido efectivas mediante la discusión de la calidad de los entregables. Su retroalimentación es clave para la mejora del control y aseguramiento de la calidad.

Como parte de la calidad es importante tomar en consideración la búsqueda constante de procesos que tengan poca variabilidad. Un proceso poco variable es predecible, facilita las tareas de planificación, aumenta la calidad y disminuye la probabilidad de introducir defectos. Este concepto aplicado a la ingeniería de software y específicamente a la metodología de calidad propuesta por esta investigación, significa que se debe buscar un ritmo constante y sostenido en el desarrollo de software. Para lograr un ritmo constante y sostenido se pueden utilizar técnicas como la integración continua de forma regular y automatizada, esto disminuye la posibilidad de introducir errores manuales, elimina cuellos de botella, facilita la entrega de valor en intervalos cortos, disminuye riesgos, entre otros.

El controlar la velocidad¹⁴ del equipo del proyecto es parte de mantener un ritmo constante. El saber cuantas tareas pueden completarse por *sprint* facilita las labores de planificación, estimación y calidad.

Las automatización de pruebas es otra actividad orientada a mantener un ritmo constante y a minimizar la variabilidad de los procesos. Por ejemplo, las pruebas manuales son susceptibles de errores humanos, negligencia, producir dependencias y cuellos de botellas que vuelven caótica la variabilidad del proceso de pruebas y afecta la entrega de funcionalidad con calidad.

¹⁴ Cantidad de tareas planificadas en el *sprint* vs tareas completadas. Ambos medidos en puntos, horas ideales u otras medidas.

4.4 Metodología para la gestión y mejora de la calidad

En esta sección se explicará una metodología de gestión de la calidad, enmarcada en *Scrum*, que incorpora las recomendaciones y elementos propuestos por la guía PMBOK. Está orientada a cerrar las brechas de calidad que se encontraron en Avantica Technologies, las cuales fueron detectadas producto de un análisis de la situación actual y madurez de la empresa. Este análisis se detalla en la sección “4.1 Análisis de la situación actual”.

Utilizando como insumo el análisis de la situación actual y por medio de grupos focales se identificaron los procesos de la gestión de proyectos que presentan defectos y sus correspondientes brechas. Los procesos y sus brechas se discuten en detalle en las secciones “4.1.4 Identificación de los principales defectos y sus causas” y “4.2 Evaluación de los procesos de gestión de proyectos y su impacto en la calidad”.

Para desarrollar esta metodología se siguió el plan definido en el marco metodológico. Se pueden consultar los detalles de este plan en la sección “3.4 Procesamiento y análisis de datos” donde se explica en detalle la operacionalización de las variables de la investigación. Además, en esa misma sección, se discute la planificación del proceso de obtención y análisis de la información que sirvió de insumo para este trabajo. Adicionalmente, en la figura 3.1 se presenta un diagrama donde se detallan todos los pasos, que se siguieron para desarrollar la metodología de gestión de la calidad propuesta en esta investigación.

La metodología incorpora otras recomendaciones concernientes a la calidad, las cuales se discutieron en secciones anteriores como: “4.3 Gestión de la calidad en *Scrum* y su relación con la guía PMBOK”, “4.3.1 El ciclo planificar-hacer-verificar-actuar (PDCA)”, “4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado”, entre otros.

Es importante mencionar que la metodología toma en consideración la cultura organizacional de la empresa y utilizó como insumo la información y retroalimentación, obtenida por medio de grupos focales, aportada por un conjunto de directores de proyectos de Avantica Technologies.

En esta sección se combinan y articulan de forma coherente los elementos mencionados anteriormente en una metodología para la gestión y mejora de la calidad que pueda ser implementada en Avantica Technologies. La metodología detalla los procesos, entradas, herramientas, técnicas y salidas que la conforman y la relación entre estos elementos.

Es importante mencionar que la función del director de proyectos en esta metodología es la misma que la sugerida por el PMBOK. Sin embargo, todo equipo *Scrum* debe ser por definición autogestionado, por lo tanto el director de proyectos debe elegirlo de tal forma que se sienta cómodo delegando responsabilidades. Dado que la función del director de proyectos es la misma que la propuesta por el PMBOK, se omitirá mencionarlo reiteradamente en la metodología, sin embargo debe suponerse que está siempre presente como participante y responsable en todos los procesos y es la autoridad sobre la que recae la gestión del proyecto en general y de la calidad en particular. Para efectos de *Scrum* y de la discusión de la metodología de gestión de la calidad, el *Scrum team* está conformado por el *product owner*, el *Scrum master* y el equipo de desarrollo. El *Scrum team* es gestionado por el director de proyectos.

En la figura 4.18, se observa de forma esquemática la metodología de administración de proyectos centrada en la gestión de la calidad que se propone para Avantica Technologies.

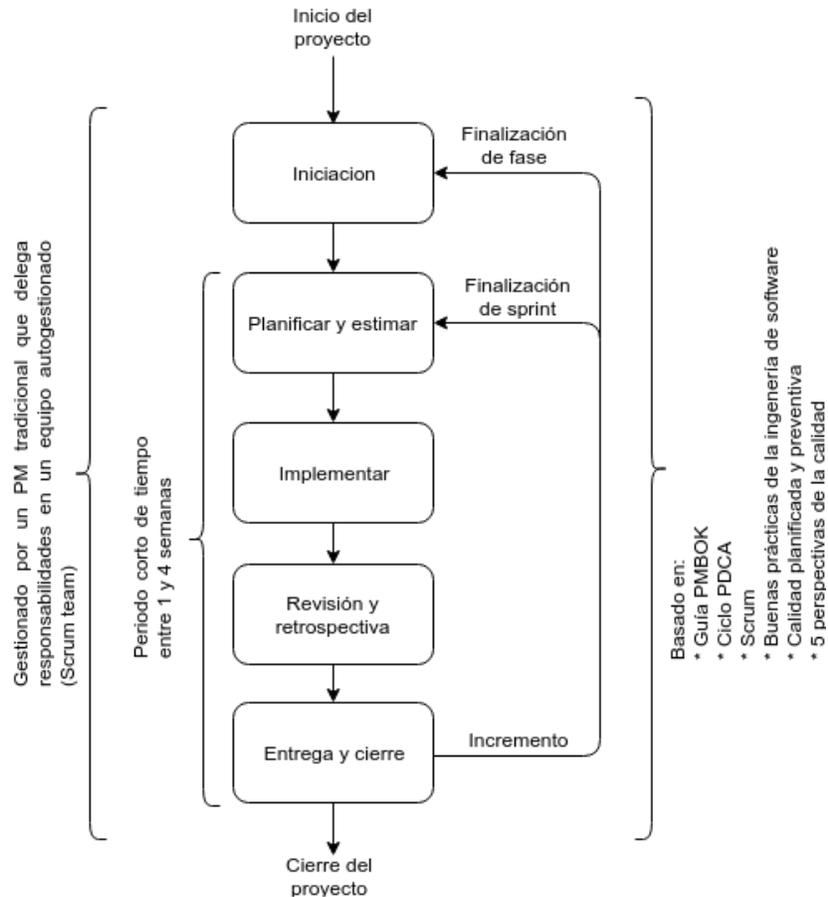


Figura 4.18: Vista general de la metodología de gestión de la calidad propuesta.

Fuente: Elaboración propia

En las siguientes secciones se explicarán en detalle cada uno de los procesos que componen la metodología, indicando el objetivo, los participantes, las entradas, herramientas y salidas que deben considerarse¹⁵.

¹⁵ Esta propuesta supone que el lector tiene los conocimientos básicos sobre *Scrum* y el PMBOK. Para una discusión a fondo sobre *Scrum* por favor consultar Rubin, K. (2012). *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Para una discusión a fondo sobre el PMBOK consultar Project Management Institute. (2013a). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*.

4.4.1 Iniciación

Esta fase engloba una serie de procesos asociados con el inicio del proyecto o fases y la preparación de los insumos necesarios para los procesos de planificación. Permite generar la visión general del proyecto, establecer cronogramas de entregas y conformar el equipo del proyecto.

En la figura 4.19, se muestra la relación entre los procesos de iniciación que se discutirán en detalle en las siguientes secciones.

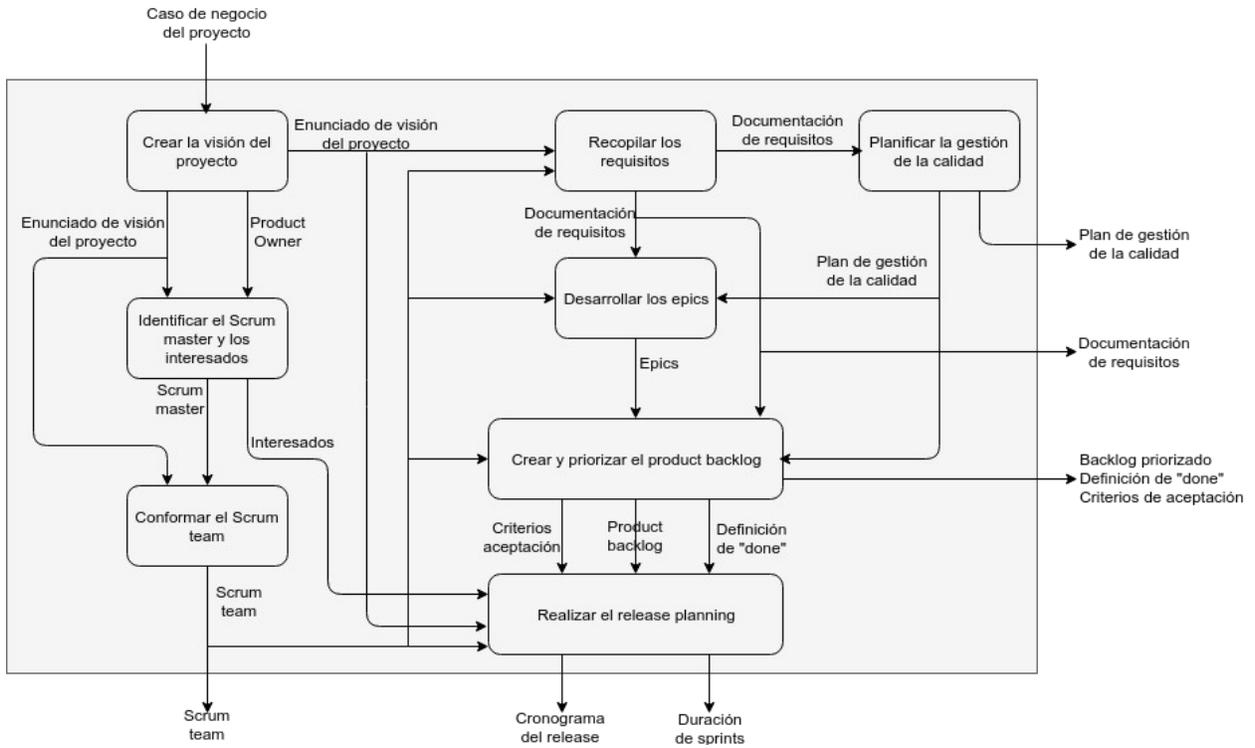


Figura 4.19: Diagrama de flujo de la fase de iniciación

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.1 Crear la visión del proyecto

El objetivo de este proceso, es revisar el caso de negocio del proyecto para crear un enunciado de la visión del proyecto, que servirá como inspiración y proveerá el enfoque del proyecto. En este proceso se produce la identificación del *product owner*, una figura muy importante para la calidad del proyecto y sus entregables, dado que él es el representante del cliente y los involucrados clave. El *product owner* debe escogerse estratégicamente porque debe conocer el dominio del negocio, poseer comunicación directa y efectiva con los involucrados, tener el poder de tomar decisiones y debe estar disponible en todo momento para el equipo del proyecto. El director de proyectos es el responsable de que se lleve a cabo este proceso. La visión del proyecto se crea por medio de reuniones en las que participan los patrocinadores del proyecto. El enunciado de la visión del proyecto no es un sustituto del acta de constitución del proyecto sino un insumo para este último. El enunciado de la visión del proyecto debe contener el nivel de detalle suficiente para que a partir de él se puedan crear los *epics* del proyecto. Un *epic* es similar a un paquete de trabajo de una EDT tradicional. Si se cuenta con un acta de constitución del proyecto y el *product owner* está identificado, entonces este proceso es opcional, en caso contrario es obligatorio. A modo de resumen, los pasos que deben seguirse en este proceso son:

- Convocar a la reunión de creación de visión del proyecto.
- Ejecutar la reunión de creación de visión del proyecto.
- Revisar el caso de negocio del proyecto.
- Identificar al *product owner*.
- Crear un enunciado de la visión del proyecto.

Entradas del proceso:

1. **Caso de negocio del proyecto:** Puede ser un documento bien estructurado o una declaración verbal que exprese la razón fundamental para iniciar el proyecto. Puede ser formal y detallado o informal y breve. Sin importar el formato, incluye información suficiente sobre los antecedentes, propósito, resultados esperados, análisis FODA, análisis de brechas, lista de riesgos identificados, y estimaciones preliminares de alcance, costo y tiempo del proyecto.

Herramientas del proceso:

1. **Reunión de visión del proyecto:** Es una reunión entre los patrocinadores e interesados del proyecto. Ayuda a identificar el contexto, los requisitos del negocio y las expectativas de los interesados, con el objetivo de desarrollar un enunciado de la visión del proyecto efectivo. *Scrum* cree en el compromiso y la colaboración continua, constante y cercana de los interesados desde el inicio y a través de la ejecución de todo el proyecto. Por eso esta reunión es vital para establecer un primer contacto cara a cara, generar confianza y comunicación. En esta reunión se identifica el *product owner* que es un rol clave para *Scrum* y la calidad del proyecto.

Salidas del proceso:

1. **Identificación del *product owner*:** Es la persona responsable de lograr el máximo valor para el negocio a través de la ejecución del proyecto. El *product owner* es parte integral del equipo de proyecto, es el representante de los interesados y tiene comunicación directa con estos últimos. Se encarga de articular y gestionar los requisitos. El *product owner* es la voz de los clientes. Todo proyecto debe designar un *product owner* porque es un rol clave para la calidad del proyecto y los entregables. Es el puente de comunicación entre el negocio y el equipo del proyecto. Debe conocer los requisitos con detalle. Adicionalmente, debe tener comunicación directa y efectiva con todos los interesados. El *product owner* tiene poder de tomar decisiones respecto al alcance del proyecto.
2. **Enunciado de la visión del proyecto:** Una buena visión explica cuáles necesidades del negocio serán satisfechas por el proyecto. Se concentra en el qué y no en el cómo se cumplirán dichas necesidades. La visión del proyecto no debe ser muy específica. En estas etapas tempranas del proyecto, es posible que el entendimiento del mismo se base en muchos supuestos que cambiarán conforme avanza el proyecto. Por eso es importante que la visión del proyecto sea lo suficientemente flexible para incorporar cambios. La visión del proyecto debe concentrarse en la descripción del problema y no en la solución.

En la figura 4.20¹⁶, se detallan las entradas, herramientas y salidas del proceso de creación de la visión del proyecto.

Crear la visión del proyecto	
ENTRADAS	1. Caso de negocio del proyecto
HERRAMIENTAS	1. Reunión de visión del proyecto
SALIDAS	1. Identificación del <i>product owner</i> 2. Enunciado de la visión del proyecto

Figura 4.20: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear las historias de usuario”

Fuente: Elaboración propia

¹⁶ En todas las figuras de los procesos de la metodología se listarán únicamente las entradas, herramientas y salidas obligatorias. Un director de proyectos con experiencia en *Scrum* y la guía PMBOK puede proponer a la alta gerencia agregar los elementos adicionales que considere necesarios con el objetivo de la mejora continua del proceso de la gestión de proyectos.

4.4.1.2 Identificar el *Scrum master* y los involucrados

El objetivo de este proceso es identificar el *Scrum master* y los involucrados clave. Si ya se ha ejecutado el proceso “13.1 Identificar los involucrados”, propuesto por el PMBOK, entonces este proceso es opcional. La responsabilidad de la ejecución de este proceso recae sobre el director de proyectos¹⁷.

Los pasos que deberían ejecutarse como parte de este proceso son:

- Convocar a la reunión para identificar al *Scrum master* y los involucrados. Participan como mínimo el director de proyectos y el *product owner*.
- Ejecutar la reunión de identificación del *Scrum master* y los involucrados, que puede resumirse en ejecutar el proceso “13.1 identificar los involucrados”, propuesto por el PMBOK.

Entradas del proceso:

1. **Product owner:** Discutido como parte de las salidas del proceso “4.4.1.1 Crear la visión del proyecto”.
2. **Enunciado de la visión del proyecto:** Descrito como parte de las salidas del proceso “4.4.1.1 Crear la visión del proyecto”.

Herramientas del proceso:

1. **Criterios de selección:** Seleccionar el *Scrum master* apropiado e identificar los interesados relevantes es crucial para el éxito de cualquier proyecto. En algunas organizaciones, existen precondiciones que estipulan las características que debe reunir el *Scrum master*. Los siguientes son criterios de selección que deben considerarse:
 - a) **Habilidades de solución de problemas:** Es un criterio primario a considerar cuando se selecciona el *Scrum master* dado que debe tener la capacidad de eliminar cualquier impedimento que afronte el *Scrum team*.
 - b) **Disponibilidad:** El *Scrum master* debe estar disponible para planificar, asistir, supervisar y fungir como facilitador en varias reuniones.
 - c) **Compromiso:** Necesario porque el *Scrum master* es un facilitador y la voz principal del *Scrum team*, por lo que debe ser responsable y representar a sus compañeros de equipo.
 - d) **Liderazgo y espíritu de servicio:** Debe tener conocimientos técnicos, habilidades blandas y conocimiento sobre la lógica del negocio. Debe ser líder para cumplir su función de facilitador y espíritu de servicio porque debe ser el encargado principal de eliminar cualquier impedimento que se presente.

¹⁷ Como se mencionó al inicio de la discusión de la metodología, el director de proyectos siempre será responsable y participe de todos los procesos de la metodología. Si se omite su mención en algún proceso es simplemente para simplificar la redacción y evitar la reiteración innecesaria.

Por su parte, para la identificación de los interesados, los criterios de selección pueden complementarse con las herramientas propuestas por el proceso “13.1 Identificar a los interesados” de la guía PMBOK, entre las que se pueden citar: análisis de interesados, juicio de expertos y reuniones.

Salidas del proceso:

1. **Scrum master identificado:** El facilitador y "líder servidor" que debe garantizar un ambiente adecuado y libre de obstáculos al *Scrum team* para que el proyecto se ejecute exitosamente. El *Scrum master* guía, facilita y enseña las prácticas *Scrum* a todos los involucrados del proyecto. Elimina impedimentos y se asegura que los procesos de *Scrum* se ejecutan adecuadamente y de acuerdo al estándar.
2. **Involucrados identificados:** Interesados es un término colectivo que incluye a los clientes, usuarios, patrocinadores, entre otros. Se comunican frecuentemente con el equipo del proyecto e influyen directamente en los objetivos del proyecto. En este punto se pueden seguir todas las recomendaciones del proceso "13.1 Identificar a los interesados" de la guía PMBOK.

En la figura 4.21, se observan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Identificar el <i>Scrum master</i> y los involucrados
ENTRADAS
1. <i>Product owner</i>
2. Enunciado de la visión del proyecto
HERRAMIENTAS
1. Criterios de selección
SALIDAS
1. <i>Scrum master</i> identificado
2. Involucrados identificados

Figura 4.21: Entradas, herramientas y salidas: proceso “Identificar *Scrum master* y los involucrados”

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*

El objetivo de este proceso es identificar y seleccionar a los miembros del *Scrum team*.. Normalmente el *product owner* es el principal responsable de la selección de los miembros del equipo pero esta tarea se realiza en colaboración con el *Scrum master* y el director de proyectos. Es importante mencionar que una de las características principales que debe tener un *Scrum team* es que sea autogestionado, de tal forma que el director de proyectos se sienta cómodo delegando funciones.

En términos generales, los pasos a ejecutar en este proceso son:

- Convocar a una reunión de selección del *Scrum team*.
- El *product owner*, *Scrum master* (y el director de proyectos) seleccionan el *Scrum team*, utilizando criterio experto y de selección tales como: desempeño, experiencia, habilidad técnica, conocimiento del dominio del negocio, disponibilidad de recursos, etc.

Entradas del proceso:

1. **Product owner:** Discutido como parte de las salidas del proceso “4.4.1.1 Crear la visión del proyecto”.
2. **Scrum master:** Descrito como salida del proceso “4.4.1.2 Identificar el *Scrum master* y los involucrados”.
3. **Enunciado de la visión del proyecto:** Descrito como parte de las salidas del proceso “4.4.1.1 Crear la visión del proyecto”.

Herramientas del proceso:

1. **Criterios de selección del *Scrum team*:** El *Scrum team* es el núcleo de cualquier proyecto *Scrum* y adquirir los miembros del equipo correcto es importante para el éxito del proyecto. El *Scrum team*, es similar a un equipo de proyecto clásico, pero *Scrum* apuesta a la generalidad más que a la especialidad, es decir, los miembros del equipo tienen conocimientos generales sobre varios campos pero son expertos en al menos uno. Adicionalmente, deben ser individuos con habilidades blandas desarrolladas porque en *Scrum* tener equipos autogestionados es crucial. Los miembros del equipo debe ser independientes, automotivados, comprometidos con el cliente y sus necesidades, responsables y colaborativos. Las habilidades comunicativas cara a cara son vitales, ya que este tipo de comunicación es preferida en *Scrum*. Otros criterios que se utilizan para seleccionar el *Scrum team* son: criterio experto del departamento de recursos humanos, costos de capacitación, costos de los recursos y resultados de desempeño de los colaboradores de la empresa.

Salidas del proceso:

1. **Scrum team identificado:** El *Scrum team*, también denominado equipo del proyecto, es un grupo de personas que son responsables de entender los requisitos del negocio especificados por el *product owner*, estimar las historias de usuario y crear los entregables del proyecto. El equipo es autogestionado, decide cuanta cantidad de trabajo puede comprometerse a entregar en un *sprint* y determina la mejor forma de realizar el trabajo. La identificación del *Scrum team* adecuado para el proyecto es tarea del *product owner*, *Scrum master* y el director de proyectos.

A continuación, en la figura 4.22, se detallan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Conformar el <i>Scrum team</i>	
ENTRADAS	
1. <i>Product owner</i>	
2. <i>Scrum master</i>	
3. Enunciado de la visión del proyecto	
HERRAMIENTAS	
1. Criterios de selección del <i>Scrum team</i>	
SALIDAS	
1. <i>Scrum team</i> identificado	

Figura 4.22: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Conformar el *Scrum team*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.4 Desarrollar los *epics*

El objetivo de este proceso es crear los *epics* del proyecto, que corresponden a paquetes de trabajo, funcionalidad o características de alto nivel que son requeridas por los involucrados del proyecto. En procesos posteriores, cada *epic* se desglosa en especificaciones más detalladas (historias) que se asemejan a requisitos. Este es un proceso de ejecución obligatoria. El enunciado de la visión del proyecto sirve como base para el desarrollo de los *epics* del proyecto. Por lo general, se realizan grupos focales para identificar los *epics*.

En términos generales, se realizan los siguientes pasos en este proceso:

- Convocar a reuniones para desarrollar los *epics*. En estas reuniones participan el *Scrum team* y de ser necesario los involucrados clave.
- Se utiliza el enunciado de la visión del proyecto y el plan para la dirección del proyecto como insumo para identificar los *epics* y como elementos que definen las metas y objetivos del proyecto.
- Los *epics* son como cualquier otra historia de usuario y se deben colocar dentro del *product backlog*. La diferencia entre *epic* e historia de usuario, es que el primero es general, amplio, de alto nivel, no puede ser estimado y no tiene el nivel de detalle suficiente para ser ejecutado en un solo *sprint*. Un *epic* sirve como comodín que engloba una serie de historias, es similar a un paquete de trabajo de una EDT.

Entradas del proceso:

1. ***Scrum team***: Descrito como salida del proceso “4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*”.
2. **Enunciado de la visión del proyecto**: Discutido como parte de las salidas del proceso “4.4.1.1 Crear la visión del proyecto”.

3. **Plan para la dirección del proyecto:** Es el documento que describe el modo en que el proyecto será ejecutado, monitoreado y controlado. Integra y consolida todos los planes secundarios de los procesos de planificación y líneas base (alcance y costo tiempo). Por eso es un insumo vital para desarrollar los *epics* e identificar los objetivos de calidad del proyecto.

Herramientas del proceso:

1. **Reuniones con grupos de usuarios:** Involucra a los interesados relevantes (principalmente usuarios o clientes de los productos del proyecto). Brindan al *Scrum team* información de primera mano acerca de las necesidades, expectativas y requisitos. Estos datos ayudan en la formulación de los criterios de aceptación de los productos y brinda información valiosa para desarrollar los *epics*. Las reuniones con grupos de usuarios son vitales para la prevención del costoso retrabajo producto de la falta de claridad respecto a los requisitos y expectativas. Estas reuniones también cumplen la función de crear un ambiente de compromiso y entendimiento común entre el equipo del proyecto y los involucrados relevantes. Esta herramienta se complementa con otras como: grupos focales, talleres de creación de historias de usuario, entrevistas y cuestionarios.

Salidas del proceso:

1. **Lista de *epics*:** Los *epics* son escritos en las etapas iniciales del proyecto cuando la mayoría de las historias de usuario son descritas y recopiladas como funcionalidades de alto nivel y abstractas, o cuando las descripciones de los productos y requerimientos son definidos de forma amplia o general. Los *epics* son requisitos amplios, historias de usuario no refinadas, que son insertadas en el *product backlog*. Conforme los *epics* se priorizan y llega el momento de ser desarrollados son desglosados en historias más pequeñas y granulares.

En la figura 4.23, se muestran las entradas, herramientas y salidas típicas de este proceso.

Desarrollar los <i>epics</i>	
ENTRADAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Scrum team</i> 2. Enunciado de la visión del proyecto 3. Plan para la dirección del proyecto 	
HERRAMIENTAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones con grupos de usuarios 	
SALIDAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lista de <i>epics</i> 	

Figura 4.23: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Desarrollar los *epics*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.5 Recopilar los requisitos

El objetivo de este proceso es determinar, documentar y gestionar las necesidades y los requisitos de los interesados para cumplir con los objetivos del proyecto. El proceso de recopilar los requisitos es obligatorio para esta metodología.

Entradas del proceso:

1. **Acta de constitución del proyecto:** El acta de constitución del proyecto se utiliza para proporcionar la descripción de alto nivel del producto, servicio o resultado del proyecto, de modo que se puedan establecer los requisitos generales.
2. **Enunciado de la visión del proyecto:** Discutido como parte de las salidas del proceso “4.4.1.1 Crear la visión del proyecto”.
3. **Lista de *epics*:** Descrito como parte de las salidas del proceso “4.4.1.4 Desarrollar los *epics*”.

Herramientas del proceso:

1. **Entrevistas:** Es una manera formal o informal de obtener información de los interesados, a través de un diálogo directo con ellos. Se lleva a cabo habitualmente realizando preguntas, preparadas o espontáneas y registrando las respuestas. Las entrevistas se realizan a menudo de manera individual entre un entrevistador y un entrevistado, pero también pueden implicar a varios entrevistadores y/o entrevistados. Entrevistar a participantes con experiencia en el proyecto, a patrocinadores y otros ejecutivos, así como a expertos en la materia, puede ayudar a identificar y definir las características y funciones esperadas de los entregables del producto.
2. **Grupos focales:** Los grupos focales reúnen a interesados y expertos en la materia, previamente seleccionados, a fin de conocer sus expectativas y actitudes con respecto a un producto, servicio o resultado propuesto. Un moderador capacitado guía al grupo a través de una discusión interactiva diseñada para ser más coloquial que una entrevista individual.
3. **Prototipos:** Es un método para obtener una retroalimentación rápida en relación con los requisitos, mientras proporciona un modelo operativo del producto esperado antes de construirlo. Puesto que un prototipo es tangible, permite a los interesados experimentar con un modelo del producto final, en lugar de limitarse a debatir en forma abstracta sobre sus requisitos. Los prototipos sustentan el concepto de elaboración progresiva en ciclos iterativos para la creación de maquetas o modelos, la experimentación por parte del usuario, la generación de retroalimentación y la revisión del prototipo. Una vez que se han efectuado los ciclos de retroalimentación necesarios, los requisitos obtenidos a partir del prototipo están lo suficientemente completos como para pasar a la fase de diseño o construcción.
4. **Análisis de documentos:** Se utiliza para obtener requisitos mediante el examen de la documentación existente y la identificación de la información relevante para los requisitos. Se puede analizar una amplia variedad de documentos, que podrían ayudar a obtener requisitos relevantes. Los ejemplos de documentos que se podrían analizar incluyen, entre otros: planes de

negocio, literatura, acuerdos, solicitudes de propuesta, flujos de procesos actuales, modelos lógicos de datos, repositorios de reglas de negocio, documentación del software de la aplicación, documentación de procesos de negocio o interfaces, casos de uso, otra documentación de requisitos, etc.

5. **Observaciones:** Proporcionan una manera directa de ver a las personas en su ambiente, y el modo en que realizan sus trabajos o tareas y ejecutan los procesos. Son particularmente útiles para analizar procesos detallados, cuando las personas que usan el producto tienen dificultades o se muestran renuentes para expresar sus requisitos.

Salidas del proceso:

1. **Documentación de requisitos:** La documentación de requisitos describe cómo los requisitos individuales cumplen con las necesidades de negocio del proyecto. Los requisitos pueden comenzar a un alto nivel e ir convirtiéndose gradualmente en requisitos más detallados, conforme se va conociendo más acerca de ellos. Antes de ser incorporados a la línea base, los requisitos deben ser trazables, completos, coherentes, aceptables para los interesados y no deben ser ambiguos (medibles y comprobables).

En la figura 4.24, se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Recopilar los requisitos	
ENTRADAS	
1.	Acta de constitución del proyecto
2.	Enunciado de la visión del proyecto
3.	Lista de <i>epics</i>
HERRAMIENTAS	
1.	Entrevistas
2.	Grupos focales
3.	Prototipos
4.	Análisis de documentos
5.	Observaciones
SALIDAS	
1.	Documentación de requisitos

Figura 4.24: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Conformar el *Scrum team*”

Fuente: Elaboración propia

Avantica Technologies presenta brechas de calidad en este proceso por lo que es importante explicar en detalle como debe llevarse a cabo.

La información de requisitos se podrá recopilar por medio de reuniones o entrevistas con el cliente, patrocinador u otros interesados, del análisis de documentos, revisión de procesos, entre otras fuentes.

Los responsables de realizar estas actividades serán miembros del equipo de proyecto, con el acompañamiento de al menos un experto en análisis de requerimientos, en constante comunicación con el director de proyectos. La documentación detallada al nivel adecuado es fundamental para el éxito el proyecto.

Los requisitos deben cumplir con las siguientes características: necesarios, no ambiguos, concisos, consistentes, completos, alcanzables y verificables.

En este proceso es fundamental la participación de los interesados, con la finalidad de que crear requisitos de calidad. Requisitos bien definidos disminuyen la cantidad de cambios en fases más avanzadas del proyecto. La recopilación de requisitos disminuye la incertidumbre, supuestos, riesgos y es un punto de partida para establecer los requisitos de calidad del proyecto y sus entregables.

Como resultado de este proceso, se genera el documento de requisitos llamado Especificación de Requisitos (cuya plantilla se muestra en la tabla 4.8), el cual deberá ser revisado y aprobado por los interesados que participaron en proceso de definición de requisitos, haciendo mención directamente al director de proyectos, patrocinador, cliente y otros involucrados clave. Es posible que se deban realizar varias revisiones y versiones del documento hasta que este sea finalmente aprobado.

El documento de recopilación de requisitos debe tener el nivel de detalle apropiado para que pueda ser utilizado por una metodología ágil, en este caso *Scrum*. No debe ser muy extenso y detallado como para producir parálisis por análisis, ni muy escueto como para que los cambios y la corrupción del alcance impacten la calidad del proyecto.

En términos generales, la recopilación de requisitos lo componen los siguientes pasos:

- **Recopilar la información:** proceso que incluye la identificación, recolección, análisis, y preparación de la información que servirá de base para la descripción detallada de los requisitos del proyecto.
- **Documentar los requisitos:** proceso incremental e iterativo por medio del cual se extraen y documentan los requisitos de la información recopilada. Para organizar mejor la documentación de los requisitos se propone la plantilla de especificación de requisitos que se muestra en la tabla 4.8.
- **Revisar los requisitos:** por medio de esta actividad los involucrados claves proceden a validar los requisitos. La revisión es importante como parte del proceso de la calidad del proyecto.
- **Ajustar los requisitos:** producto de la revisión de requisitos se puede sugerir cambios al documento. Surgirán requisitos no contemplados, requisitos mal definidos, requisitos superfluos, y otros problemas relacionados a la calidad de los requisitos. Como producto de esta retroalimentación se procede a corregir esos los problemas.
- **Aprobar el documento de requisitos:** cuando todos los interesados han aceptado y están de acuerdo con los requisitos, se procede a la aprobación de los mismo mediante la firma del documento de requisitos.

A continuación se muestra una plantilla para la especificación de requisitos que puede ser utilizada para cualquier proyecto:

Tabla 4.8: Especificación de requisitos

Especificación de requisitos		id: <er-xxx>	versión: <99.9>
Nombre del proyecto: <nombre del proyecto>		Código del proyecto: <AV-999999>	
Información general			
Propósito de la recopilación de requisitos: <se indica el propósito de este proceso>			
Lista de requisitos <Se lista de forma resumida la principal información de los requisitos para tener una visualización general de los mismos>			
Entregable	Requisitos	Prioridad	
Entregable A: <descripción>	Descripción requisito 1	Prioridad requisito 1	
	Descripción requisito 2	Prioridad requisito 2	
	Descripción requisito n	Prioridad requisito n	
Entregable B: <descripción>	Descripción requisito 1	Prioridad requisito 1	
	Descripción requisito 2	Prioridad requisito 2	
	Descripción requisito n	Prioridad requisito n	
Entregable N: <descripción>	Descripción requisito 1	Prioridad requisito 1	
	Descripción requisito 2	Prioridad requisito 2	
	Descripción requisito n	Prioridad requisito n	
Especificación detallada			
Entregable A: <descripción detallada del entregable A>			
Requisito 1: <nombre del requisito>			
Descripción: <descripción detallada del requisito>			
Entradas:			
Entrada	Requerida (si/no)	Tipo de dato	Comentario
Salidas:			
Salida	Tipo de dato	Comentario	
Proceso:			
<descripción detallada de lo que se espera realice el requisito, explicando lo que ocurre con sus entradas para producir las salidas>			

Validaciones:			
Validación	Descripción		
Diseño:			
<se indica el diseño de pantalla, reporte, salida esperada, etc>			
Criterios de aceptación:			
<criterio aceptación 1>			
<criterio aceptación 2>			
<criterio aceptación n>			
Requisito 2: <sigue el mismo formato que el utilizado para especificar el requisito 1>			
Requisito N: <sigue el mismo formato que el utilizado para especificar el requisito 1>			
Entregable B: <sigue el mismo formato que el utilizado para especificar el entregable A>			
Entregable N: <sigue el mismo formato que el utilizado para especificar el entregable A>			
Elaboración			
Nombre:	Firma:		
<nombre involucrado 1>	<firma involucrado 1>		
<nombre involucrado n>	<firma involucrado n>		
Aprobación			
Nombre	Firma	Rol	Fecha
<nombre aprobador 1>	<firma aprobador 1>	<rol aprobador 1>	yyyy-mm-dd
<nombre aprobador n>	<firma aprobador n>	<rol aprobador n>	yyyy-mm-dd
Historial del documento			
Versión	Notas	Fecha	
<número de versión>	<descripción de cambios>	yyyy-mm-dd	
<número de versión>	<descripción de cambios>	yyyy-mm-dd	

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.6 Planificar la gestión de la calidad

El objetivo de este proceso es identificar los requisitos y/o estándares de calidad para el proyecto y sus entregables. Además, describe como el proyecto demostrará el cumplimiento de dichos requisitos. El beneficio clave de este proceso es que proporciona guía y dirección sobre cómo se gestionará y validará la calidad a lo largo del proyecto.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Enunciado de la visión del proyecto:** Descrito como salida del proceso "4.4.1.1 Crear la visión del proyecto".
3. **Plan para la dirección del proyecto:** Detallado como parte de las entradas del proceso "4.4.1.4 Desarrollar los *epics*".
4. **Documentación de requisitos:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.5 Recopilar los requisitos".

Herramientas del proceso:

1. **Reuniones con grupos de usuarios:** Los equipos de proyecto pueden celebrar reuniones de planificación para desarrollar el plan de gestión de la calidad. Entre los participantes en estas reuniones se pueden incluir el director del proyecto, el patrocinador del proyecto, determinados miembros del equipo del proyecto, interesados clave y cualquier persona que tenga responsabilidades relativas a las actividades de la gestión de la calidad del proyecto.
2. **Siete herramientas básicas de la calidad:** Se utilizan en el contexto del ciclo PDCA para resolver problemas relacionados con la calidad. Las siete herramientas son: diagramas de flujo, diagramas de causa-efecto, hojas de verificación, diagramas de pareto, histogramas, diagramas de control y diagramas de dispersión.

Salidas del proceso:

1. **Plan de gestión de la calidad:** El plan de gestión de la calidad es un componente del plan para la dirección del proyecto que describe cómo se implementarán las políticas de calidad de una organización. Describe la manera en que el equipo del proyecto planea cumplir los requisitos de calidad establecidos para el proyecto. El plan de gestión de la calidad puede ser formal o informal, detallado o formulado de manera general. El estilo y el grado de detalle del plan de gestión de la calidad se determinan en función de los requisitos del proyecto.
2. **Métricas de calidad:** Una métrica de calidad describe de manera específica un atributo del producto o del proyecto, y la manera en que lo medirá el proceso de control de calidad. Una medida es un valor real. La tolerancia define las variaciones permitidas de las métricas. Si el objetivo de calidad es mantenerse dentro del límite de $\pm 10\%$ del presupuesto aprobado, por ejemplo, la métrica específica puede consistir en medir el costo de cada entregable y determinar

el porcentaje de variación con respecto al presupuesto aprobado para ese entregable. Las métricas de calidad se emplean en los procesos de realizar el aseguramiento de calidad y de controlar la calidad. Algunos ejemplos de métricas de calidad serían el índice de puntualidad, el control del costo, la frecuencia de defectos, la tasa de fallas, la disponibilidad, la confiabilidad y la cobertura de las pruebas.

3. **Listas de verificación de calidad:** Es una herramienta estructurada, por lo general específica de cada componente, que se utiliza para verificar que se hayan llevado a cabo una serie de pasos necesarios. Las listas de verificación pueden ser sencillas o complejas, en función de los requisitos y prácticas del proyecto. Las listas de verificación de calidad deberían incorporar los criterios de aceptación incluidos en la línea base del alcance.

En la figura 4.25 se detallan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Planificar la gestión de la calidad
ENTRADAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Scrum team</i> 2. Enunciado de la visión del proyecto 3. Plan para la dirección del proyecto 4. Documentación de requisitos
HERRAMIENTAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones con grupos de usuarios 2. Siete herramientas básicas de la calidad
SALIDAS
<ol style="list-style-type: none"> 1. Plan de gestión de la calidad 2. Métricas de calidad 3. Listas de verificación de calidad

Figura 4.25: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Planificar la gestión de la calidad”

Fuente: Elaboración propia

El proceso de planificar la gestión de la calidad presenta problemas y brechas en Avantica Technologies. Es un proceso obligatorio que debe ejecutarse como parte de la metodología propuesta en esta investigación y se recomienda que sea ejecutada tal y como propone el PMBOK en el proceso “8.1 Planificar la gestión de la calidad”.

La calidad del producto se determina contra el cumplimiento de los requisitos específicos que debe tener cada uno de los entregables y de acuerdo con los criterios de aceptación que se definen para cada uno de ellos. De forma similar, la calidad del proyecto se determina de acuerdo a los criterios de calidad que se definen para el proyecto. Estos criterios pueden considerar aspectos relacionados al tiempo, alcance, calidad, costo, y demás criterios que se consideren relevantes. La planificación de la calidad recibe como entradas el plan para la dirección del proyecto, el cual incluye la EDT y enunciado del alcance del proyecto.

Para planificar y definir los criterios de calidad se siguen los siguientes pasos:

- **Definir los criterios del proyecto:** Consiste en describir y definir los criterios de conformidad o calidad relacionados a la ejecución del proyecto. Además se debe indicar la forma en como se medirán los criterios para determinar el nivel de conformidad. Se deben definir los responsables de verificar el cumplimiento de los criterios de calidad.
- **Definir los criterios del producto:** Consiste en definir y describir los criterios que determinarán la calidad del producto de acuerdo cada entregable. Se indica la forma en que se medirá el criterio para determinar la conformidad, el tipo de prueba a realizar y el responsable de verificar el cumplimiento o no del criterio de calidad.
- **Aprobación:** Los criterios de calidad del producto y del proyecto deben ser aprobados y contar con la respectiva firma de los involucrados claves del proyecto.

4.4.1.7 Crear y priorizar el *product backlog*

La figura 4.26 muestra las entradas, herramientas y salidas del proceso de crear y priorizar el *product backlog*. El objetivo de este proceso es ordenar los *epics* de mayor a menor prioridad desde la perspectiva del cliente respecto a valor, riesgo, incertidumbre y dependencias. Los criterios de aceptación para cada *epic* y la definición de *done* son establecidos en este proceso. Este es un proceso de ejecución obligatoria. En términos generales se deben ejecutar los siguientes pasos:

- Convocar a una(s) reunión(es) de creación y priorización del *product backlog*.
- Cada *epic* se ordena de mayor a menor prioridad basado en el criterio del product owner y tomando en consideración el valor, riesgo, incertidumbre y dependencias.
- El *Scrum team* asigna a cada *epic* su correspondiente criterio de aceptación y es recomendable adicionar información como casos de prueba, una estimación aproximada del esfuerzo o duración, información para la trazabilidad de requisitos y referencias a cualquier información adicional que permita aclarar el objetivo del *epic*.
- Se establece una definición de *done* para todas las historias del proyecto (sin embargo esta puede cambiar a lo largo del proyecto, producto de la mejora continua).

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Lista de *epics*:** Descrito como salida del proceso "4.4.1.4 Desarrollar los *epics*".

Herramientas del proceso:

1. **Técnicas de priorización de historias de usuario:** Estas técnicas son utilizadas para determinar el grado de importancia de cada *epic* con el objetivo de ordenarlos de mayor a menor prioridad. Entre las técnicas que pueden utilizarse están:

- a) **Esquema de priorización MoSCoW:** Su nombre proviene de las primeras letras de las frases "*Must have*" (debe tener), "*Should have*" (debería tener), "*Could have*" (podría tener), "*Won't have*" (no tendrá). Este esquema de priorización es generalmente más efectivo que otros más simples. Las etiquetas están en orden decreciente de prioridad. Las historias etiquetadas como "*Must have*" son todas aquellas que si no son incorporadas en el producto éste no tendría valor. Por su parte, aquellos *epics* clasificados como "*Won't have*" no es necesario que sean incluidos, es decir, son prescindibles.
- b) **Priorización por comparación:** Consiste en tomar un *epic* a la vez y compararlo contra todos los demás para determinar su prioridad relativa dentro de la lista.
- c) **Priorización por votación:** Consiste en entregar a cada interesado una cierta cantidad de puntos (o votos) y ellos asignan la cantidad que desean a los *epics* que consideran más importantes. Una vez que la votación termina, la lista de *epics* se ordena de mayor a menor de acuerdo a la cantidad de votos que recibió.

Salidas del proceso:

- 1. **Product backlog priorizado:** Explicado en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".
- 2. **Criterios de aceptación:** Discutido en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".
- 3. **Definición de *done*:** Descrito en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".

Crear y priorizar el <i>product backlog</i>	
ENTRADAS	
1.	<i>Scrum team</i>
2.	Lista de <i>epics</i>
HERRAMIENTAS	
1.	Técnicas de priorización de historias de usuario
SALIDAS	
1.	<i>Product backlog</i> priorizado
2.	Criterios de aceptación
3.	Definición de <i>done</i>

Figura 4.26: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear y priorizar el *product backlog*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.8 Realizar el *release planning*

El objetivo de este proceso es revisar los *epics* que se encuentran en el *product backlog* priorizado para desarrollar un cronograma que detalla entregables clave y las fechas en las que serán finalizados. Este cronograma debe tener el suficiente nivel de detalle para ser compartido con los involucrados del proyecto. La duración de los *sprints* también se define en este proceso. El *release planning* es un proceso de transición, de inicio/planificación, que se ejecuta frecuentemente a lo largo del proyecto, por lo general, una vez cada cuatro o seis *sprints*, o siempre que se inicia el proyecto o una de sus fases. Este proceso permite establecer un compromiso con los involucrados clave acerca de las fechas aproximadas de entregas de funcionalidad en producción. Realizar el *release planning* es un proceso obligatorio. Los pasos que se llevan a cabo en este proceso son los siguientes:

- Convocar a la reunión de *release planning*
- Se define la duración de cada *sprint*, que suele ser entre una a cuatro semanas, prefiriendo siempre la menor duración posible (para Avantica se sugiere que todo *sprint* dure dos semanas).
- El *Scrum team*, director del proyecto y los involucrados clave discuten la lista de *epics* priorizadas (*product backlog*) para determinar cuales pueden ser entregadas en el siguiente *release* (aproximadamente en los próximos uno a tres meses).
- El *product backlog* priorizado se divide en tres secciones: obligatorios, opcionales y excluidos. Los *epics* obligatorios deben estar listos para el siguiente *release*, los opcionales son aquellos en las que el equipo trabajaría si termina todos los *epics* obligatorios y los excluidos no son considerados importantes para el siguiente *release*.
- Se crea un cronograma del *release*, que describe para cada *sprint* cuales *epics* se espera que sean entregados para cumplir con los compromisos adquiridos.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Involucrados clave:** Descrito como salida del proceso "4.4.1.2 Identificar el *Scrum master* y los involucrados".
3. **Product backlog priorizado:** Explicado en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".
4. **Criterios de aceptación:** Discutido en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".
5. **Definición de *done*:** Descrito en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".

Herramientas del proceso:

1. **Sesiones de planificación de *release*:** Son realizadas para desarrollar un plan de *release*. El plan define cada cuanto tiempo un conjunto de funcionalidades o productos serán entregados al cliente. En *Scrum*, el principal objetivo de la reunión de planificación de *release* es brindar al *Scrum team* un cronograma general a corto plazo que detalle los entregables y productos esperados, para alinear las expectativas entre los interesados, el *product owner* y el *Scrum team*. Cada organización y proyecto tienen una estrategia para entregar los productos. Algunas prefieren la entrega continua, donde se ejecuta un *release* de forma regular. Otras prefieren hacer *release* por fases. Cualquiera que sea la estrategia, las sesiones de planeación de *release* pueden ser orientadas a la funcionalidad, donde el objetivo es entregar la mayor cantidad de valor posible por medio de la entrega de un producto que cumple con cierta cantidad de requisitos. Las sesiones también pueden estar orientadas al tiempo, esto es, se establecen fechas fijas en las cuales deben ejecutarse los *releases*. Dado que *Scrum* es un proceso iterativo y adaptativo nunca se planifican todos los *releases* para el proyecto completo. El *release plan* es actualizado continuamente para adaptarse al cambio, conforme se tenga información relevante que minimiza la incertidumbre.

Salidas del proceso:

1. **Cronograma del *release*:** Indica, para cada *release*, las fechas aproximadas y productos que serán entregados a los clientes. Podrían o no existir *releases* planificados para ejecutarse al final de cada *sprint*. Por lo general, un *release* incluye el trabajo de más de un *sprint*. Un *release* puede ser cancelado o retrasado si no incluye la cantidad de valor esperado por el cliente.
2. **Duración del *sprint*:** Basado en varias entradas que incluye requerimientos del negocio y la planificación de *releases*, el *product owner*, el director de proyectos y el *Scrum team* deciden la duración del *sprint* del proyecto. Una vez definida la longitud, por lo general, se mantiene igual durante la ejecución del proyecto. Sin embargo, la duración del *sprint* puede cambiar si el *product owner* y el *Scrum team* lo consideran apropiado. *Scrum* recomienda una duración de *sprint* entre una a seis semanas. Sin embargo, para obtener los máximos beneficios siempre se recomienda la menor duración posible, entre una y cuatro semanas.

En la figura 4.27, se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

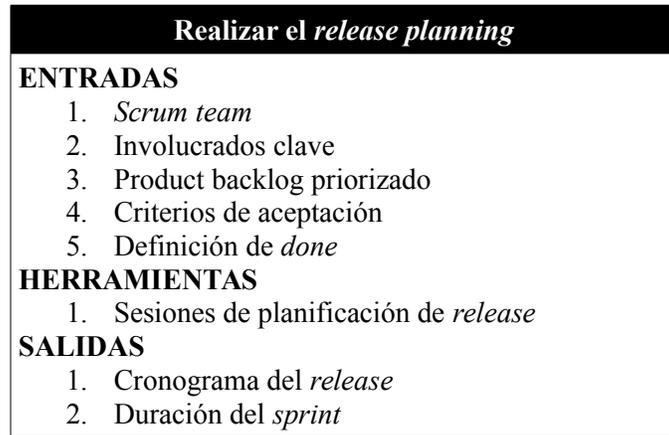


Figura 4.27: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Realizar el *sprint planning*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Planificar y estimar

Esta fase incluye todos los procesos de planificación propios de un *sprint*. Esta fase es necesaria para coordinar el trabajo que se va a ejecutar, definir el objetivo del *sprint*, convertir las historias de usuario en tareas y estimar el tiempo y esfuerzo requerido. En la figura 4.28, se aprecia de forma visual la relación entre los procesos de esta fase.

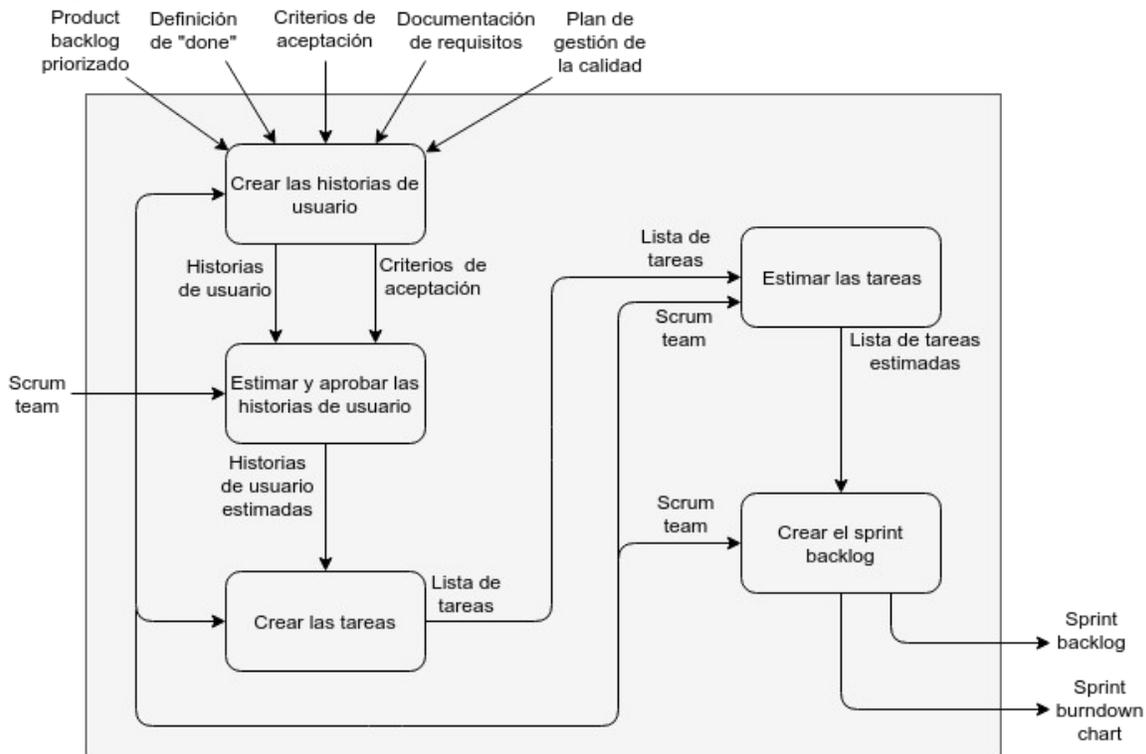


Figura 4.28: Diagrama de flujo de la fase de planificar y estimar

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.1 Crear las historias de usuario

El objetivo de este proceso es crear las historias de usuario y sus respectivos criterios de aceptación. Cada *epic* del *product backlog* priorizado es refinado, desglosado, detallado y convertido en más de una historia de usuario. Las historias de usuario usualmente son escritas por el *product owner* y son diseñadas para reflejar los requisitos de los clientes. Son redactadas de tal forma que sean comprendidas por todos los interesados del proyecto. Por lo general, se realizan talleres de definición de historias de usuario que involucran al *product owner*, *Scrum master* y *Scrum team*. Las historias de usuario, producto de este proceso, se incorporan en el *product backlog*. El *product owner* es el dueño del *product backlog* y puede realizar los cambios que considere pertinentes tales como: agregar historias, cambiar su prioridad, eliminarlas, etc. Los pasos que comprenden este proceso son:

- El *product owner* con ayuda del resto del equipo redacta las historias de usuario utilizando el *product backlog* priorizado que contiene los *epics*. Como insumo se utiliza la documentación de requisitos.
- Se establece el criterio de aceptación para todas las historias utilizando la documentación de requisitos.
- Se recomienda agregar casos de prueba para cada historia.
- Las historias recién creadas se van agregando al *product backlog* priorizado.
- El *product owner* establece las prioridades de las historias de usuario recién creadas.
- El *product owner* revisa todas las historias de usuario creadas y asegura que cumplen con los criterios de calidad desde la perspectiva del cliente.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Product backlog priorizado:** Explicado en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".
3. **Documentación de requisitos:** Detallado en el proceso "4.4.1.5 Recopilar los requisitos" como una salida.
4. **Criterios de aceptación:** Descrito en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".
5. **Definición de done:** Discutido en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".

Herramientas del proceso:

1. **Técnicas de escritura de historias de usuario:** El *product owner*, basado en el conocimiento del negocio que tiene, su interacción con los interesados, su experiencia e información brindada por el equipo del proyecto, desarrolla las historias de usuario que conformarán el *product backlog* priorizado inicial para el proyecto. El *product backlog* priorizado representa la suma total de lo que debe ser completado para el proyecto. El objetivo de este ejercicio es crear historias de usuario detalladas y refinadas que puedan ser aprobadas, estimadas y a las cuales se puede comprometer el *Scrum team* a entregar. Aunque el *product owner* tiene la responsabilidad de escribir las historias de usuario, usualmente realiza esta tarea con el apoyo de los demás miembros del proyecto apoyándose en una serie de técnicas como lo son: talleres de escritura de historias de usuario, reuniones con grupos de usuarios, entrevistas, observación, encuestas, análisis de procesos, entre otros.

Salidas del proceso:

1. **Historias de usuario:** Las historias de usuario se adhieren a una estructura específica y predefinida, y son una forma simple y efectiva de documentar los requerimientos y expectativas de los usuario finales. Son de amplio uso en las metodologías ágiles. Una historia de usuario indica tres cosas acerca de los requisitos: quién, qué y porqué. Es por eso que el formato general de una historia de usuario sigue el siguiente patrón: "Como <rol>, debería poder <requisito> con el objetivo de <beneficio>". Donde el rol se refiere a un tipo potencial de usuario del producto como puede ser: administrador, usuario, cliente, sistema automático, etc. El requisito explica la acción que el usuario, con el rol adecuado, puede ejecutar para satisfacer sus necesidades. Y el beneficio indica el resultado final de la acción ejecutada. Los requisitos expresados como historias de usuario son simples y fáciles de entender. El formato básico fue diseñado para facilitar la comunicación entre los interesados del proyecto y facilitar la estimación de las tareas por parte del equipo del proyecto. Se denomina *epic*, a una historia de usuario que es muy grande para ser desarrollada en un solo *sprint*. Por eso, cuando un *epic* se acerca al momento de ser implementada debe ser descompuesta en historias más pequeñas. El *product backlog* priorizado es una lista dinámica que se actualiza constantemente dado que las historias que la componen son modificadas, actualizadas, descompuestas, borradas y refinadas de forma continua.
2. **Criterios de aceptación de historias de usuario:** Toda historia de usuario tiene un criterio de aceptación asociado. Las historias de usuario son subjetivas, es por eso que el criterio de aceptación les confiere la objetividad requerida para poder definir si una historia cumple con los requisitos y así ser considerada como completada a satisfacción. El criterio de aceptación aclara cuál es la funcionalidad esperada, elimina ambigüedad y ayuda a alinear las expectativas. El *product owner* define y comunica el criterio de aceptación. El *Scrum master* se asegura que durante la ejecución de un *sprint* el *product owner* no pueda modificar el criterio de aceptación de ninguna de las historias que están siendo desarrolladas.

El proceso de crear las historias de usuario está compuesto de la entradas, herramientas y salidas mostradas en la figura 4.29.

Crear las historias de usuario
ENTRADAS
1. <i>Scrum team</i>
2. <i>Product backlog</i> priorizado
3. Documentación de requisitos
4. Criterios de aceptación
5. Definición de <i>done</i>
HERRAMIENTAS
1. Técnicas de escritura de historias de usuario
SALIDAS
1. Historias de usuario
2. Criterios de aceptación de historias de usuario

Figura 4.29: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear las historias de usuario”

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2 Estimar y aprobar las historias de usuario

El objetivo de este proceso es planificar las actividades que deben ejecutarse en el próximo *sprint* con la finalidad de cumplir con lo previsto en el *release planning*. En una reunión denominada *Sprint planning*, el *product owner* define el objetivo del *sprint*. Además, selecciona las historias de usuario que considera deberían ser finalizadas en el *sprint* que se está planificando. Luego, el *Scrum master* y el *Scrum team* estiman el esfuerzo requerido para desarrollar la funcionalidad descrita en cada historia de usuario. Este proceso es obligatorio y se ejecuta en todos los *sprints*. Los pasos que deben ejecutarse en este proceso son:

- Convocar a la reunión de planificación.
- El *product owner* define el objetivo del *sprint*.
- El *product owner* propone las historias de usuario que considera deben realizarse en el *sprint*.
- El *Scrum team*, utilizando *poker planning* y estimación basada en puntos, determina el esfuerzo requerido por cada historia.
- Mientras se estima el esfuerzo para cada historia, el *Scrum team* puede hacer todo tipo de preguntas al *product owner* para aclarar dudas.
- El equipo solo se puede comprometer a ejecutar tantas historias como su velocidad se lo permita. La velocidad de un *Scrum team* es la cantidad de puntos promedio que puede completar por *sprint*.

- Al final, se produce una lista de historias de usuario aprobadas y con esfuerzo estimado.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Historias de usuario:** Descrito como salida del proceso "4.4.2.1 Crear las historias de usuario".
3. **Criterios de aceptación de historias de usuario:** Explicado como salida del proceso "4.4.2.1 Crear las historias de usuario".

Herramientas del proceso:

1. **Reuniones de estimación (*Sprint planning*):** Estas reuniones se ejecutan al principio de todos los *sprints* y se realizan las siguientes actividades: se define el objetivo del *sprint*, se determina la cantidad de historias de usuario que pueden ser completadas por el *Scrum team* en el *sprint* que está a punto de iniciar y se estima el esfuerzo requerido para completar de dichas historias. Las técnicas de estimación que pueden utilizarse son: *planning poker*, *delphi* de banda ancha, criterio experto, estimación por analogía, entre otras.

Salidas del proceso:

1. **Historias de usuario estimadas y aprobadas:** Es una lista de las historias de usuario que serán ejecutadas en el *sprint* que está por iniciar y a las cuales el *Scrum team* se comprometió a completar. En este punto, todas las historias que serán parte del *sprint* tienen esfuerzo estimado, criterio de aceptación claro, definición de done explícito, casos de prueba definidos, y nivel de detalle suficiente para que un equipo de desarrollo de software pueda convertirlas en funcionalidad.

En la figura 4.30, se indican las entradas, herramientas y salidas del proceso de estimación de aprobación de las historias de usuario.

Estimar y aprobar las historias de usuario
ENTRADAS
1. <i>Scrum team</i>
2. Historias de usuario
3. Criterios de aceptación de historias de usuario
HERRAMIENTAS
1. Reuniones de estimación (<i>Sprint planning</i>)
SALIDAS
1. Historias de usuario estimadas y aprobadas

Figura 4.30: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Estimar y aprobar las historias de usuario”

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3 Crear las tareas

En la figura 4.31, se listan las entradas, herramientas y salidas del proceso de crear las tareas. El objetivo de este proceso es descomponer las historias aprobadas y estimadas en tareas específicas y compilarlas en una lista. Por lo general, se realiza una reunión de planificación de tareas durante este proceso. La principal diferencia entre una historia y una tarea, es que las historias de usuario se redactan utilizando vocabulario del dominio del negocio, que todos los involucrados puedan comprender. El equipo descompone las historias en una o varias tareas las cuales se describen utilizando lenguaje técnico, con el nivel de detalle suficiente para que puedan ser convertidas en productos o entregables concretos. Este es un proceso obligatorio y consta de los siguientes pasos:

- Realizar una reunión de creación de tareas
- Los miembros del *Scrum team*, descomponen cada historia de usuario en tareas técnicas específicas y detalladas, que contienen la suficiente información para que cualquier miembro del equipo las desarrolle.
- Durante el proceso de descomposición, el *product owner* apoya al equipo para aclarar cualquier duda respecto a funcionalidad o calidad.
- El producto final de este proceso es el conjunto de tareas asociada a su historia correspondiente, de tal forma que la finalización de todas las tareas indica la finalización de la historia. Esto es similar al proceso de crear una EDT, donde se sigue una estructura jerárquica, que va de lo más general a lo más específico: *epics*, historias, tareas.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Historias de usuario estimadas y aprobadas:** Detallado como salida del proceso "4.4.2.2 Estimar y aprobar las historias de usuario".

Herramientas del proceso:

1. **Reuniones de planificación de tareas:** El *Scrum team* utiliza como insumo la lista de historias de usuario estimadas y cada una de ellas es descompuesta en una o más tareas técnicas con el detalle suficiente para que puedan ser desarrolladas por uno o más miembros del equipo. Estas tareas contienen detalles técnicos y están exclusivamente escritas para facilitar la comunicación a lo interno del equipo del proyecto. El objetivo de una historia de usuario es la comunicación entre todos los interesados del proyecto, pero una tarea es utilizada solo para comunicar detalles técnicos entre los miembros del equipo del proyecto.

Salidas del proceso:

1. **Lista de tareas:** Es una lista que detalla de forma técnica todas las actividades que deben ejecutarse para completar las historias de usuario que se planificaron para el *sprint* actual.

Crear las tareas
<p>ENTRADAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Scrum team</i> 2. Historias de usuario estimadas y aprobadas <p>HERRAMIENTAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Reuniones de planificación de tareas <p>SALIDAS</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Lista de tareas

Figura 4.31: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear las tareas”

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4 Estimar las tareas

El objetivo de este proceso es estimar el esfuerzo requerido por cada tarea que compone la lista de tareas. El resultado es una lista de tareas con esfuerzo estimado. Este es un proceso opcional, dado que se puede utilizar el estimado de la historia que engloba las tareas como un estimador del esfuerzo total. En la figura 4.32 se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso. Los pasos que suelen ejecutarse en este procesos son:

- Realizar una reunión de estimación de esfuerzo de las tareas.
- El *Scrum team* toma las historias de usuario y estima el esfuerzo requerido por las tareas que componen cada historia.
- La suma del esfuerzo de todas las tareas que componen una historia debe sumar el esfuerzo total requerido por la historia, sino se ha detectado un potencial riesgo de no poder finalizar la historia, situación que se comunica de inmediato al director del proyecto y el *product owner*.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team**: Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Lista de tareas**: Descrito como una de las salidas del proceso "4.4.2.3 Crear las tareas".

Herramientas del proceso:

1. **Reuniones de estimación de tareas**: Son reuniones informales entre los miembros del equipo para determinar el esfuerzo requerido para desarrollar una tarea específica y para determinar potenciales relaciones y dependencias entre las tareas. Permite disminuir la incertidumbre, supuestos y determinar potenciales riesgos que pongan en peligro la finalización de una o más historias de usuario. Son reuniones netamente técnicas pero que pueden requerir la participación del *product owner* para aclarar detalles relacionados a la lógica del negocio o requisitos.
2. **Criterios de estimación**: Las técnicas de estimación que pueden utilizarse son: *planning poker*, *delphi* de banda ancha, criterio experto, estimación por analogía, entre otras. Y entre los criterios

para estimar se pueden mencionar: prioridad de la tarea, complejidad, dependencias, costo, esfuerzo, entre otros.

Salidas del proceso:

1. **Lista de tareas con esfuerzo estimado:** A cada una de las historias de usuario que será desarrollada en el *sprint* se le asocia la lista de tareas que la componen, las cuales tendrán el esfuerzo estimado. En este punto, la suma del esfuerzo de las tareas que componen una historia debería ser igual al esfuerzo requerido para completar la historia, si existen discrepancias se procede a analizar el porqué de la disparidad. El objetivo es encontrar desviaciones, antes de ejecutar las tareas para determinar si es posible completar a tiempo todas las historias que componen el *sprint* y así cumplir con las expectativas de los clientes. Es un proceso de adaptación entre lo que se cree que se puede completar y lo que realmente el equipo tiene capacidad de completar.

Estimar las tareas
ENTRADAS
1. <i>Scrum team</i>
2. Lista de tareas
HERRAMIENTAS
1. Reuniones de estimación de tareas
2. Criterios de estimación
SALIDAS
1. Lista de tareas con esfuerzo estimado

Figura 4.32: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Estimar las tareas”

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.5 Crear el *sprint backlog*

En la figura 4.33 se pueden observar las entradas, herramientas y salidas involucradas en el proceso de crear el *sprint backlog*. El objetivo de este proceso es recopilar en una lista todas las historias de usuario que el *Scrum team* se comprometió a completar en el *sprint* actual. Esta lista muestra las historias de usuario y su correspondiente desglose en tareas. Además, se complementa con la creación de un *sprint burndown chart*, el cual es un gráfico que mostrará la cantidad de tareas completadas conforme avanza el *sprint*.

Muchos *Scrum team* también crean lo que se denomina un *Scrumboard* que consiste en utilizar una pizarra o pared, la cual es dividida en las distintas etapas por las que debe pasar una historia (iniciada, terminada, probada, entregada, entre otras) y se utilizan fichas de cartulina que representa las historias. Conforme se avanza en el *sprint* las fichas se van ubicando en la etapa que mejor describe el estado en que se encuentra la historia. De esta forma, se puede representar de forma visual el avance del trabajo a lo largo del *sprint*.

Este es un proceso de ejecución obligatoria y consta de los siguientes pasos:

- Tomar las historias del *product backlog* que se ejecutarán en el sprint y moverlas al *sprint backlog*. No es necesario crear un *sprint backlog* puede utilizarse el mismo *product backlog* e identificar de forma clara las historias que componen el *sprint* actual.
- Crear el burndown chart basado en la duración del *sprint*.
- Crear el *Scrumboard* utilizando como insumo las historias que deben ser completadas en el *sprint* actual.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso “4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*”.
2. **Lista de tareas con esfuerzo estimado:** Detallado como salida del proceso “4.4.2.4 Estimar las tareas”.
3. **Duración del sprint:** Descrito como salida del proceso “4.4.1.8 Realizar el *release planning*”.

Herramientas del proceso:

1. **Reuniones:** El *Scrum team* se reúne y utilizan las tareas con el esfuerzo estimado, la duración de sprint y las historias de usuario como insumo para construir el *sprint backlog*, el *sprint burndown chart* y el *scrumboard*.

Salidas del proceso:

1. **Sprint backlog:** La lista de tareas que serán desarrolladas por el *Scrum team* en el sprint que está por iniciar se denomina *sprint backlog*. Es una práctica común que el *sprint backlog* se represente como un *scrumboard* que es una forma visual de demostrar el estado del avance de las historias de usuario. En el *sprint backlog* se incluye una lista de riesgos asociados con las tareas y posibles planes de mitigación. Una vez que el *Scrum team* se compromete a entregar todas las tareas que componen el *sprint backlog* ninguna nueva historia de usuario debe ser agregada. Cualquier historia nueva debe ser agregada al *product backlog* y nunca al *sprint backlog*.
2. **Sprint burndown chart:** Es un gráfico que muestra la cantidad de trabajo restante que queda por ejecutar en el *sprint*. Inicialmente, se dibuja en el *sprint burndown chart* una línea recta descendente que representa el trabajo planeado. El gráfico es actualizado diariamente, al final del día, para indicar la cantidad de trabajo completado hasta ese momento. El gráfico muestra el progreso que el *Scrum team* ha hecho y permite identificar estimaciones incorrectas. Además es fácil identificar, si el progreso se desvía de la línea base planificada, mostrando así si el *Scrum team* está atrasado o adelantado con respecto a su compromiso. De esta forma, el director de proyectos o el *Scrum master*, puede intervenir de forma oportuna para identificar obstáculos y tomar decisiones que puedan ayudar al equipo a completar el *sprint* exitosamente.

3. **Scrumboard:** Es la representación visual del *sprint backlog*. Por lo general, consiste de una tabla dividida en varias filas y columnas. En cada fila se coloca una historia de usuario (con sus correspondientes tareas) y en las columnas se indica un estado: sin iniciar, en progreso, finalizada, en prueba, entregada, etc. Conforme avanza el *sprint* las historias se colocan en la columna que describe su estado actual. Al principio del *sprint* todas las tareas están en el estado “sin iniciar”. Al finalizar el *sprint* todas las historias deberían estar en la columna “entregada”. Aquellas historias que no han sido finalizadas se devuelven al *product backlog* para que sean incluidas en un futuro *sprint*. El *scrumboard* es una herramienta visual es utilizada para controlar y dar seguimiento al avance y el estado del *sprint*.

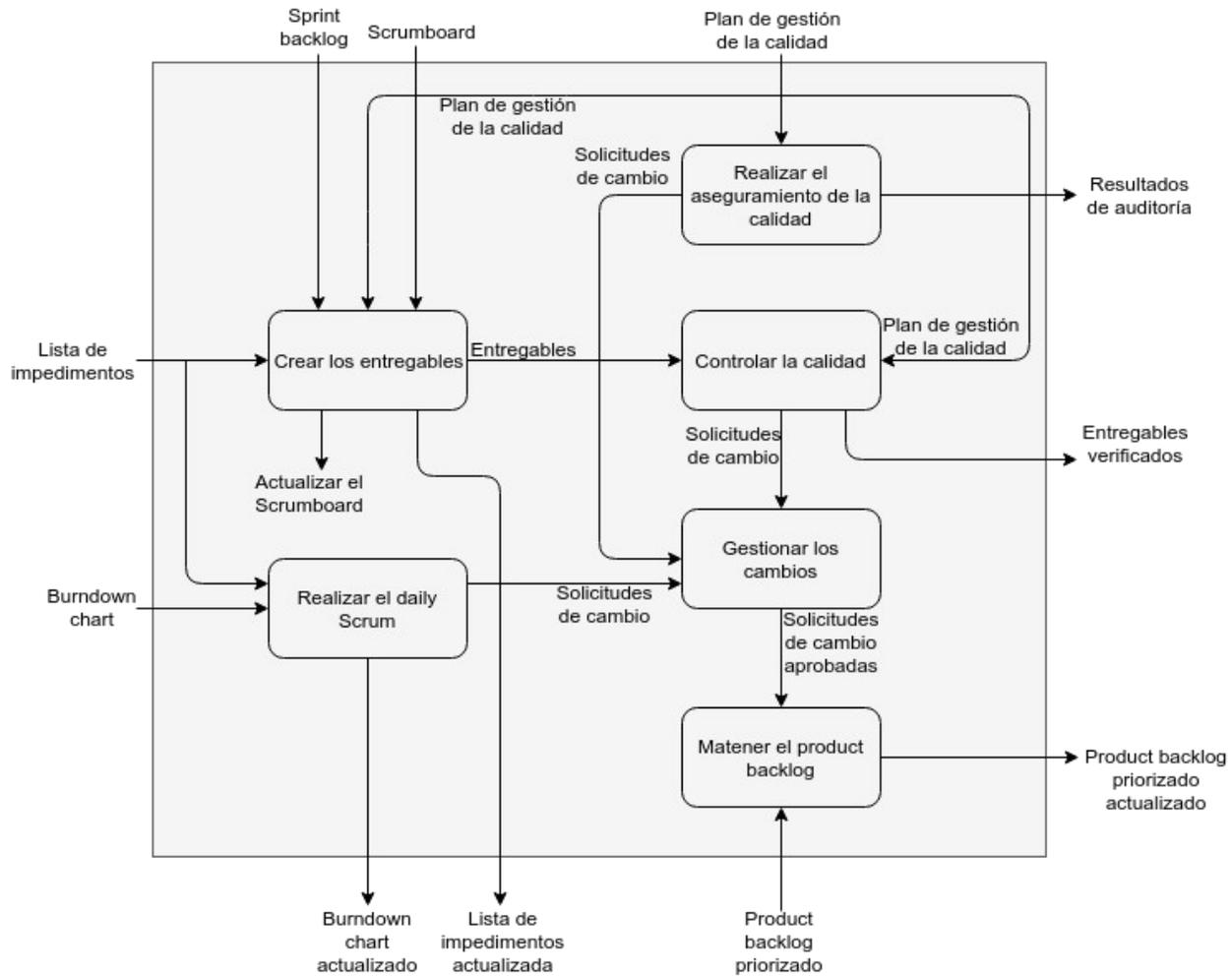
Crear el <i>sprint backlog</i>	
ENTRADAS	
1.	<i>Scrum team</i>
2.	Lista de tareas con esfuerzo estimado
3.	Duración del <i>sprint</i>
HERRAMIENTAS	
1.	Reuniones
SALIDAS	
1.	<i>Sprint backlog</i>
2.	<i>Sprint burndown chart</i>
3.	<i>Scrumboard</i>

Figura 4.33: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear el *sprint backlog*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Implementar

Esta fase consiste en construir los productos y entregables del proyecto con calidad y de acuerdo a lo planificado. Incluye procesos de aseguramiento y control de la calidad, los cuales deben realizarse de forma continua y periódica, mientras el equipo de proyecto genera los entregables, con el objetivo de garantizar la calidad. En la figura 4.34, se muestra de forma gráfica la relación entre los procesos de esta fase.



Nota: El Scrum team participa en todas las actividades. No se muestra en el diagrama para facilitar su lectura

Figura 4.34: Diagrama de flujo de la fase de implementar

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.1 Crear los entregables

El objetivo de este proceso es ejecutar las actividades necesarias para producir los entregables del proyecto. El *Scrum team* trabaja en las tareas del *sprint backlog* para crear los entregables que se planificaron en el *sprint*. Por lo general, el *Scrum team* utiliza el *Scrumboard* y el *burndown chart* para dar control y seguimiento al estado de las actividades y monitorear el avance. Este proceso es obligatorio y se deben utilizar una serie de técnicas y herramientas orientadas a garantizar la calidad de los entregables, entre los que se pueden mencionar: revisión de código automático, revisión de código por pares, programación en parejas, pruebas automatizadas, integración continua, inspección continua, entre otros.

Durante este proceso, todas las historias se producen con calidad de tal forma que al finalizar el *sprint* están completamente terminadas y probadas, al punto que la funcionalidad pueda ser instalada en producción si fuera necesario. Este es el grado de calidad y de seguridad al que debe aspirar el equipo con el trabajo generado en este proceso. Los pasos que deben ejecutarse son:

- Cada miembro del *Scrum team*, de forma autogestionada, decide en cual tarea trabajar.
- Durante el avance del *sprint* cada miembro actualiza el *Scrumboard* indicando el estado de la tarea en la que trabaja (iniciada, en desarrollo, probada, finalizada, etc). Además, se va actualizando el *burndown chart* para reflejar el avance del *sprint*.
- Durante el proceso de desarrollo de una tarea se utilizan herramientas y buenas prácticas de la ingeniería de software para garantizar la calidad del producto: pruebas automatizadas, revisión de código, auditoría de procesos, integración continua, etc.
- Cuando un miembro del *Scrum team* finaliza una tarea empieza a trabajar en otra.
- Este proceso se repite hasta el fin del *sprint*.
- Una historia se considera finalizada si cumple con el criterio de aceptación y la definición de “done”.
- Todas las historias que no hayan sido finalizadas se devuelven al *product backlog* para que sean discutidas en el siguiente *sprint planning*.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Sprint backlog:** Detallado como salida del proceso "4.4.2.5 Crear el *sprint backlog*".
3. **Burndown chart:** Explicado como salida del proceso "4.4.2.5 Crear el *sprint backlog*".
4. **Scrumboard:** Discutido como salida del proceso "4.4.2.5 Crear el *sprint backlog*".

Herramientas del proceso:

1. **Herramientas de desarrollo:** Lo componen el conjunto de herramientas utilizadas en el desarrollo de software entre las que se pueden mencionar: ambientes integrados de desarrollo, sistemas controladores de versiones, compiladores, intérpretes, editores de texto, sistemas operativos, sistemas de gestión de defectos, entre otros.
2. **Revisiones de código por pares:** Es una técnica que consiste en que todo código debe ser revisado por al menos otro miembro del equipo para garantizar que cumple con los requisitos de calidad (criterio de aceptación, suficiente cobertura de pruebas, estilo, complejidad, etc).

3. **Programación en parejas:** Es una técnica en la que dos programadores trabajan juntos, en el mismo computador, en el desarrollo de una historia de usuario. Mientras un desarrollador se concentra en escribir las pruebas automatizadas (*navigator*), el otro programador se concentra en escribir el código que haga que las pruebas pasen (*driver*). Regularmente, el rol cambia entre los dos hasta que la funcionalidad sea completada. El *driver* se encarga de solucionar los detalles de bajo nivel mientras el *navigator* se concentra en los detalles de alto nivel.
4. **Revisión estática de código:** Es una herramienta de software que revisa automáticamente todo el código del sistema en búsqueda de potenciales defectos entre los que se pueden mencionar: estilo de código inconsistente, potenciales brechas de seguridad, código duplicado, entre otros.
5. **Pruebas automatizadas:** Consiste de las distintas pruebas que puede escribir un programador para garantizar la calidad del código y que pueden ejecutarse de forma automática, continua y repetitiva. Las pruebas pueden ser de verificación o validación y funcionar a distintos niveles: unitarias, integración, del sistema, entre otras.
6. **Integración continua:** Es el proceso automático por el cual el trabajo de todos los programadores se consolida en un solo repositorio de forma regular (varias veces al día) y se encarga de ejecutar todas las pruebas automatizadas, inspección continua y generar los productos de software del proyecto, listos para ser utilizados por los usuarios.
7. **Inspección continua:** Es una técnica orientada a garantizar la calidad del software. Periódicamente un proceso automatizado, revisa todo el código, en busca de potenciales defectos como: acumulación de deuda técnica, complejidad, código duplicado, potenciales brechas de seguridad, cobertura de pruebas, entre otros. La inspección continua permite comparar el estado de la calidad del software hoy contra el pasado, con el objetivo de determinar si ha mejorado o se ha degradado.

Salidas del proceso:

1. **Entregables del *sprint*:** Lo componen los productos generados por el equipo del proyecto que cumplen con lo establecido por las historias de usuario que se planificaron en el presente *sprint*. Los entregables deben cumplir con los criterios de aceptación y la definición de *done* para considerarlos finalizados. Los entregables en este punto deben tener la calidad suficiente para ser inmediatamente entregados al cliente.

En la figura 4.35 se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Crear los entregables	
ENTRADAS	
1. <i>Scrum team</i>	
2. <i>Sprint backlog</i>	
3. <i>Burndown chart</i>	
4. <i>Scrumboard</i>	
HERRAMIENTAS	
1. Herramientas de desarrollo	
2. Revisiones de código por pares	
3. Programación en parejas	
4. Revisión estática de código	
5. Pruebas automatizadas	
6. Integración continua	
7. Inspección continua	
SALIDAS	
1. Entregables del <i>sprint</i>	

Figura 4.35: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Crear los entregables”

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2 Realizar el *daily Scrum*

El objetivo de este proceso es mantener informado al resto del equipo sobre el estado del *sprint* actual. En este proceso, todos días, se ejecuta una reunión corta y efectiva, donde los miembros del equipo informan sobre los impedimentos que puedan estar enfrentando, el progreso que tuvieron desde la última reunión y qué planean hacer durante el día. Es un proceso obligatorio y consta de los siguientes pasos:

- El *Scrum team* se reúne todos los días a la misma hora.
- Cada miembro del equipo toma un turno para responder a las siguientes preguntas:
 - ¿Qué hice ayer?
 - ¿Qué pienso hacer hoy?
 - ¿Qué me tiene bloqueado?
- El *Scrum master* toma nota de cualquier riesgo o problema que detecte con el objetivo de informarlo al director de proyectos o el *product owner* en caso de que no pueda ser resuelto por él mismo.
- La reunión no debe consumir más de 15 minutos y es una reunión para reportar el estado no para solucionar problemas. Cualquier discusión adicional se resuelve luego de finalizada la reunión.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Burndown chart:** Descrito como salida del proceso "4.4.2.5 Crear el *sprint backlog*".

Herramientas del proceso:

1. **Reunión “de pie” (*standup meeting*):** Reunión diaria que se realiza siempre a la misma hora donde se reúnen los miembros del equipo para discutir el estado actual del proyecto. Es una reunión breve donde todos los participantes están de pie para subrayar la necesidad de que sea corta.
2. **Las tres preguntas diarias:** Cada miembro del equipo toma un turno para responder a las siguientes preguntas: ¿Qué hice ayer?, ¿Qué pienso hacer hoy?, ¿Qué me tiene bloqueado?.

Salidas del proceso:

1. **Burndown chart actualizado:** Como parte de la retroalimentación recibida, el *Scrum team* puede actualizar el *burndown chart* para reflejar el estado actual del *sprint*.
2. **Lista de impedimentos:** El *Scrum master*, registra los impedimentos que están enfrentando los miembros del equipo y se encarga de discutirlos con el director de proyectos o el *product owner* con el objetivo de ejecutar medidas correctivas que eliminen los obstáculos.

En la figura 4.36 se muestran las entradas, herramientas y salidas del proceso correspondiente a realizar el *daily Scrum*.

Realizar el <i>daily Scrum</i>	
ENTRADAS	
1. <i>Scrum team</i>	
2. <i>Burndown chart</i>	
HERRAMIENTAS	
1. Reunión “de pie” (<i>standup meeting</i>)	
2. Las tres preguntas diarias	
SALIDAS	
1. <i>Burndown chart</i> actualizado	
2. Lista de impedimentos	

Figura 4.36: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Realizar el *daily Scrum*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.3 Mantener el *product backlog*

En la figura 4.37, se puede apreciar las entradas, herramientas y salidas del proceso de mantener el *product backlog*. El objetivo de este proceso es mantener actualizado el *product backlog* priorizado. Este proceso es obligatorio. Se pueden hacer reuniones de mantenimiento del *product backlog* donde se discuten historias que deben agregarse, descomponerse, eliminarse, fusionarse, etc. En este proceso siempre debe estar informado el *product owner* que es el único autorizado de aprobar cambios al *product backlog*. Aunque no se haya mencionado hasta ahora, el *product backlog* es el corazón de *Scrum*, por eso es de vital importancia mantenerlo actualizado. Si algo no está en el *product backlog* entonces no existe para *Scrum*. Por eso toda decisión que se tome en cualquier proceso o momento del proyecto, que sea importante y que requiera una acción, debe generar una o más historias que se agregan de inmediato al *product backlog*. Los pasos que se ejecutan en este proceso son:

- Se convoca a una reunión de mantenimiento del *product backlog*.
- Todos los miembros del *Scrum team* colaboran en el mantenimiento de las historias de usuario: agregar, descomponer, eliminar, agregar criterios de aceptación, agregar casos de prueba, entre otros.
- Cualquier cambio debe ser notificado al *product owner*.

Entradas del proceso:

1. ***Scrum team***: Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. ***Product backlog priorizado***: Explicado en la sección "4.3.2 Criterios de aceptación, definición de *done* y el *product backlog* priorizado".

Herramientas del proceso:

1. **Reunión de revisión del *product backlog***: Es una reunión formal o informal donde todos los miembros del equipo colaboran para mantener actualizado el *product backlog* priorizado.

Salidas del proceso:

1. ***Product backlog priorizado actualizado***: Es el *product backlog* resultante de la reunión de revisión.

Mantener el <i>product backlog</i>
ENTRADAS
1. <i>Scrum team</i>
2. <i>Product backlog</i> priorizado
HERRAMIENTAS
1. Reunión de revisión del <i>product backlog</i>
SALIDAS
1. <i>Product backlog</i> priorizado actualizado

Figura 4.37: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Mantener el *product backlog*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.4 Realizar el aseguramiento de la calidad

El objetivo de este proceso es auditar los requisitos de calidad y los resultados de las mediciones de control de calidad, para asegurar que se utilicen las normas de calidad y las definiciones operacionales adecuadas. Este es un proceso obligatorio.

Entradas del proceso:

1. **Plan de la gestión de la calidad:** Detallado como salida del proceso "4.4.1.6 Planificar la gestión de la calidad".
2. **Recomendaciones del *sprint retrospective*:** Cada vez que se ejecuta una reunión de retrospectiva, al final de cada *sprint* y antes de empezar el siguiente, se registran una serie de recomendaciones orientadas a la mejora de la calidad de los procesos de la gestión de proyectos, las cuales sirven de insumo para el proceso de aseguramiento de la calidad.
3. **Métricas de calidad:** Discutidas como salida del proceso "4.4.1.6 Planificar la gestión de la calidad".
4. **Medidas de control de calidad:** Explicadas como salidas del proceso "4.4.3.5 Controlar la calidad".

Herramientas del proceso:

1. **Auditorías de calidad:** Son un proceso estructurado e independiente cuyo objetivo es determinar si las actividades del proyecto cumplen con las políticas, los procesos y los procedimientos de la organización y del proyecto. Los objetivos de una auditoría de calidad pueden incluir:
 - a) Identificar todas las buenas y mejores prácticas implementadas.
 - b) Identificar todas las no conformidades, las brechas y los defectos.
 - c) Compartir las buenas prácticas introducidas o implementadas en proyectos similares de la organización y/o del sector.

- d) Ofrecer ayuda de manera proactiva y positiva para mejorar la implementación de procesos que ayuden al equipo a incrementar su productividad.
- e) Resaltar las contribuciones de cada auditoría en el repositorio de lecciones aprendidas de la organización.

El esfuerzo posterior para corregir cualquier deficiencia debería dar como resultado una reducción del costo de la calidad y una mayor aceptación del producto del proyecto por parte del patrocinador o del cliente. Las auditorías de calidad pueden ser programadas o aleatorias, y pueden ser realizadas por auditores internos o externos. Las auditorías de calidad pueden confirmar la implementación de solicitudes de cambio aprobadas, incluidas acciones correctivas, reparaciones de defectos y acciones preventivas.

- 2. **Análisis de procesos:** Este análisis examina los problemas y restricciones experimentados, así como las actividades que no añaden valor, identificadas durante la ejecución del proceso. El análisis de procesos incluye el análisis de la causa raíz, que es una técnica específica para identificar un problema, determinar las causas subyacentes que lo ocasionan y desarrollar acciones preventivas.

Salidas del proceso:

- 1. **Solicitudes cambio:** Las solicitudes de cambio se crean y utilizan como entradas para el proceso "4.4.3.6 Gestionar los cambios". Las solicitudes de cambio se utilizan para realizar acciones correctivas, acciones preventivas, o para proceder a la reparación de defectos.
- 2. **Actualizaciones al plan de la dirección del proyecto:** Los elementos del plan para la dirección del proyecto susceptibles de actualización incluyen, entre otros: plan de gestión de la calidad, plan de gestión del alcance, plan de gestión del cronograma y plan de gestión de los costos.
- 3. **Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización:** Los elementos de los activos de los procesos de la organización susceptibles de actualización incluyen, entre otros, los estándares de calidad y el sistema de gestión de calidad.

En la figura 4.38 se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Realizar el aseguramiento de la calidad
ENTRADAS
1. Plan de gestión de la calidad
2. Recomendaciones del <i>sprint retrospective</i>
3. Métricas de calidad
4. Medidas de control de calidad
HERRAMIENTAS
1. Auditorías de calidad
2. Análisis de procesos
SALIDAS
1. Solicitudes de cambio
2. Actualizaciones al plan de la dirección del proyecto
3. Actualizaciones a los activos de los procesos de la organización

Figura 4.38: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Realizar el aseguramiento de la calidad”

Fuente: Elaboración propia

El proceso de aseguramiento de la calidad debe abordar la validación y verificación de la calidad de los procesos y actividades del proyecto. Consiste en garantizar que los procesos y pasos que se deben seguir, sean efectuados conforme lo establecido por la metodología. También busca asegurar que los formularios que hayan sido definidos sean los utilizados en proyecto. Este proceso será ejecutado por la(s) persona(s) que haya(n) sido designada(s) por el director de proyecto, sin embargo es responsabilidad de todo el equipo colaborar en las tareas de aseguramiento de la calidad. Este aseguramiento se efectuará mediante auditorías al trabajo que desempeña el equipo del proyecto, para validar si se siguen los procesos y se usan los formularios correctos. Las auditorías favorecen la mejora continua, ya que los auditores pueden sugerir mejoras a los procesos, así como identificar actividades que no agregan valor al proyecto (identificación de desperdicio). Las auditorías deben utilizar plantillas y listas de verificación, cuyo contenido puede incluir lo siguiente:

- Nombre del procedimiento, proceso o actividad a auditar.
- Información relacionada al equipo auditor: puede ser una o varias personas, por lo general es alguien externo al proyecto y no debe ser el dueño del proceso o actividad a auditar.
- Se define una lista de preguntas y cada una de ellas debe incluir información sobre la persona auditada, la respuesta esperada, indicar el resultado de la auditoría respecto a la pregunta (conformidad, no conformidad, observaciones). Una observación se registra cuando no se puede determinar de forma clara que existe una no conformidad para tomarse en consideración y evaluar si eventualmente se puede mejorar el proceso.
- Fecha de la auditoría y firma de los implicados (auditor y auditados)..

En la tabla 4.9, se muestra una plantilla de lista de verificación que puede ser utilizada en las auditorías de procesos.

Tabla 4.9: Lista de verificación de auditoría

Lista de verificación de auditorías			id: <va-xxx>			versión: <99.9>
Procedimiento a auditar:			<Nombre del procedimiento a auditar>			
Equipo auditor:			<Nombre del auditor>			
Pregunta	Entrevistado	Respuesta esperada	Resultado			Descripción del evento
			No conformidad	Observación	Conformidad	
						<descripción de la situación, justificación, hallazgos, comentarios, recomendaciones>
Fecha de la auditoría:						
Equipo auditor:			Auditados:			
Nombre:		Firma:	Nombre:		Firma:	
<nombre auditor>		<firma auditor>	<nombre auditado>		<firma auditado>	

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de las auditorías son evaluadas por el director del proyecto con el objetivo de corregir a la mayor brevedad posible aquello que sea necesario, como podría ser el uso de una versión desactualizada de un formulario, un proceso que no agregue valor, procesos mal entendidos, procesos con defectos, entre otros.

4.4.3.5 Controlar la calidad

El objetivo de este proceso es monitorear y registrar los resultados de la ejecución de las actividades de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios. Es un proceso obligatorio. Los beneficios clave de este proceso son:

- Identificar las causas de una calidad deficiente del proceso o del producto y recomendar o implementar acciones para eliminarlas.
- Validar que los entregables y el trabajo del proyecto cumplen con los requisitos especificados por los interesados clave para la aceptación final.

Entradas del proceso:

1. **Entregables:** Un entregable es un producto, resultado o capacidad único y verificable, que se materializa en un entregable validado requerido por el proyecto. En este caso corresponde a todos los productos generados durante la ejecución del *sprint* y que cumplen con los criterios de aceptación y la definición de *done*.
2. **Métricas de calidad:** Descrito como parte de las salidas del proceso “4.4.1.6 Planificar la gestión de la calidad”
3. **Listas de verificación de calidad:** Detallado como parte de las salidas del proceso “4.4.1.6 Planificar la gestión de la calidad”
4. **Plan para la dirección del proyecto:** El plan para la dirección del proyecto contiene el plan de gestión de la calidad, que se utiliza para controlar la calidad. El plan de gestión de la calidad describe la manera en que se realizará el control de calidad en el ámbito del proyecto.

Herramientas del proceso:

1. **Inspección:** Una inspección consiste en el examen del producto de un trabajo para determinar si cumple con los estándares documentados. Por lo general, los resultados de una inspección incluyen medidas y pueden llevarse a cabo en cualquier nivel. Por ejemplo, se pueden inspeccionar los resultados de una sola actividad o el producto final del proyecto. Las inspecciones se pueden denominar también revisiones, revisiones entre pares o colegas, auditorías o ensayos. Las inspecciones también se utilizan para validar las reparaciones de defectos.
2. **Siete herramientas básicas de la calidad:** Descrito como parte de las herramientas del proceso “4.4.1.6 Planificar la gestión de la calidad”.
3. **Pruebas:** Lo conforman las distintas pruebas tanto de validación como de verificación, manuales o automatizadas, que ejecuta el equipo del proyecto sobre los productos para garantizar que el software cumplen con los requisitos de calidad establecidos.

Salidas del proceso:

1. **Medidas de control de calidad:** Las mediciones de control de calidad son los resultados

documentados de las actividades de control de calidad.

2. **Entregables validados:** Uno de los objetivos del control de calidad es determinar la conformidad de los entregables con las expectativas y requisitos. Los entregables validados constituyen el resultado de la ejecución del proceso de controlar la calidad y son una entrada del proceso "4.4.5.1 Validar el alcance".

En la figura 4.39 se listan las entradas, herramientas y salidas del proceso de controlar la calidad.

Controlar la calidad	
ENTRADAS	
1. Entregables	
2. Métricas de calidad	
3. Listas de verificación de calidad	
4. Plan para la dirección del proyecto	
HERRAMIENTAS	
1. Inspección	
2. Siete herramientas básicas de la calidad	
3. Pruebas (unitarias, integración, sistema y aceptación)	
SALIDAS	
1. Medidas de control de calidad	
2. Entregables validados	

Figura 4.39: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Controlar la calidad”

Fuente: Elaboración propia

En la empresa, este proceso también presenta brechas y defectos que deben cerrarse. Como parte del control de la calidad del producto, es fundamental realizar las pruebas necesarias para validar que se cumple con los criterios establecidos. Para ello, es necesario definir un formulario en el cual se planee y se registre el resultado de las pruebas a realizar a los entregables que conforman el producto. Si el conjunto definido de pruebas que se realizan a cada entregable son superadas con éxito se puede proceder a la aceptación del mismo.

La planificación de las pruebas, se definen con base en el documento de especificación de requisitos. Un plan de pruebas consiste de dos secciones principales, una de planificación de la prueba y otra de registro del resultado de la prueba:

1. Planificación de la prueba:

- Asignar un identificador único a la prueba
- Se indica que el tipo de prueba que se hará. Estas pruebas pueden ser de funcionalidad, de aceptación, de integración, del sistema, unitarias, etc.
- Se especifica el elemento o requisito a probar, estos podrán ser pantallas, reportes, métodos, clases, bibliotecas, módulos, entre otros.
- Se describe el objetivo y lo que se busca lograr con la prueba.
- Se describe con detalle la prueba a realizar. Se indican los datos de entrada que se utilizarán, el proceso y/o pasos a seguir para ejecutar la prueba y las salidas o resultados esperados.

2. Registro del resultado de la prueba:

- Registrar el resultado de la prueba, el cual indica si la prueba cumplió con los requisitos y criterios de aceptación planificados.
- En caso de que la prueba sea fallida, es necesario que se haga un reporte de incidentes de la prueba, con el fin de que se hagan las correcciones del caso.
- Se especifica la persona o personas responsables de realizar la prueba, indicando el rol que desempeña en el proyecto, por ejemplo si es un usuario, un programador, un especialista de QA, entre otros.
- Por último se deja constancia de la fecha de ejecución de la prueba y una firma del responsable.

En la tabla 4.10, se puede observar una plantilla básica de como documentar un plan de pruebas y la cual resume lo discutido en esta sección. El plan de pruebas puede ser un documento impreso o electrónico o inclusive se puede utilizar herramientas de software especializadas para la gestión de planes de pruebas. Lo importante es establecer un estándar de los elementos mínimos que debe contener un plan de pruebas.

Tabla 4.10. Plantilla de plan de pruebas

Plan de pruebas		id: <pr-xxx>	versión: <99.9>
Nombre del proyecto: <Nombre del proyecto>		Código del proyecto: <AV-999999>	
Planificación de la prueba			
Identificador de la prueba: <ID>			
Tipo de prueba: <marcar el tipo de prueba, puede ser mas de uno>			
<input type="checkbox"/> Unitaria		<input type="checkbox"/> Seguridad	
<input type="checkbox"/> Integración		<input type="checkbox"/> Carga o Estrés	
<input type="checkbox"/> Sistema		<input type="checkbox"/> Validación de entrada	
<input type="checkbox"/> Aceptación		<input type="checkbox"/> Validación de resultados	
<input type="checkbox"/> Otro: _____			
Elemento a probar:			
<input type="checkbox"/> Pantalla		<input type="checkbox"/> Reporte	
<input type="checkbox"/> Reporte		<input type="checkbox"/> Menú	
<input type="checkbox"/> Método		<input type="checkbox"/> Biblioteca	
<input type="checkbox"/> Otro: _____			
Descripción de la prueba: <Describir el objetivo de la prueba>			
Definición de la prueba (entradas-proceso y/o pasos-resultados esperados):			
Entradas: <entradas que debe tomar en consideración la prueba>			
Proceso: <Pasos detallados que debe ejecutar la prueba>			
Salidas: <resultados esperados para considerar la prueba como exitosa>			
Resultados de la prueba			
Resultado de la prueba:			
<input type="checkbox"/> Exitosa		<input type="checkbox"/> Fallida	
Reporte de incidentes o defectos:			
<Se describe detalladamente los incidentes o defectos encontrados por la prueba>			
Prueba realizada por:			
Nombre	Rol	Firma	Fecha
<Nombre de la persona que hace la prueba>	<programador, usuario, especialista de QA, etc>	<Firma de la persona que hace la prueba>	<yyyy-mm-dd>

Fuente: Elaboración propia

La intención de planear las pruebas, es la de verificar la calidad de los entregables de forma objetiva y planificada. Es importante que en el proceso de planificación de la prueba, haya una participación del *product owner*. Como parte del proceso de desarrollo de software se deben hacer pruebas internas (en la mayoría de lo posible automatizadas) que serán planeadas y/o ejecutadas por analistas, programadores o personal de QA, antes de pasar el producto o entregable al cliente para su validación. Lo anterior con el objetivo de promover una calidad preventiva y planificada que permita evitar o al menos disminuir la incidencia de defectos. Es de vital importancia favorecer la prevención a la inspección en cuanto a calidad se refiere.

Las herramientas y recomendaciones más importantes que se proponen para mejorar el control de la calidad en los proyectos de software de Avantica Technologies son:

- Pruebas unitarias de validación, del sistema y de aceptación, preferiblemente automatizadas
- Inspección continua. La cual consiste en la ejecución de herramientas de revisión automática de la calidad interna del código. Adicionalmente, estas herramientas apoyan la recolección de medidas de calidad.
- Programación en parejas. La cual aumenta la calidad del código, minimiza la cantidad de defectos, distribuye el conocimiento del negocio entre los miembros del equipo minimizando así riesgos y dependencias.
- Revisión de código. Una vez que el código ha sido escrito no puede ser integrado en el controlador de versiones hasta que reciba la aprobación de un par.
- Integración del equipo de QA y desarrollo desde el principio del proyecto. Evitar la situación de “ellos” contra “nosotros”. Tanto el equipo de QA como el de desarrollo deben ser responsables del control de la calidad. El equipo de QA debe participar en labores como definición de requisitos, definición de criterios de aceptación, programación de pruebas (principalmente del sistema y aceptación), revisión de código, participar en la programación en parejas, entre otros. Y por su parte el equipo de desarrollo debe colaborar en tareas de control de calidad como la escritura automatizada de pruebas, mantener la infraestructura de software utilizada por el equipo de QA en óptimas condiciones, etc.
- Integración continua. La cual consiste en automatizar el proceso de integración del código de todos los miembros de equipo del proyecto, ejecutar los análisis de calidad del código, ejecución de las pruebas automatizadas y la creación de los productos finales (binarios).
- Aspirar a alcanzar el despliegue continuo: El cual consiste en automatizar por completo el proceso de puesta en producción de los productos de software.

4.4.3.6 Gestionar los cambios

El objetivo de este proceso es analizar las solicitudes de cambios, aprobar las mismas y gestionar los cambios a los entregables, los activos de los procesos de la organización, los documentos del proyecto y el plan para la dirección del proyecto, así como comunicar las decisiones correspondientes. Es un proceso obligatorio. El beneficio de este proceso es permitir que los cambios documentados dentro del proyecto sean considerados de forma integral y simultáneamente reducir los riesgos que surgen a menudo de los cambios realizados sin tener en cuenta los objetivos o planes generales del proyecto.

Entradas del proceso:

1. **Solicitudes de cambio:** Discutido en las salidas del proceso “4.4.3.4 Realizar el aseguramiento de la calidad”.
2. **Plan para la dirección del proyecto:** Descrito en las entradas del proceso “4.4.1.4 Desarrollar los *epics*”.

Herramientas del proceso:

1. **Reuniones:** Necesarias para discutir y determinar cuáles cambios son aceptados o no y cómo deben gestionarse a lo largo de la ejecución del proyecto. En este caso particular, las reuniones se suelen denominar reuniones de control de cambios. Cuando el proyecto lo requiere se designa un comité de control de cambios (CCB) responsable de reunirse y revisar las solicitudes de cambio, y de aprobar, rechazar o tomar otras decisiones en relación con dichos cambios. Las decisiones del CCB se documentan y se comunican a los interesados para su información y para la realización de acciones de seguimiento.
2. **Juicio experto:** Además del juicio de los expertos del equipo de dirección del proyecto, se puede solicitar a los interesados que aporten su experiencia y que formen parte del comité de control de cambios (CCB). Durante este proceso, el juicio y la experiencia se aplican a cualquier detalle técnico y de gestión, y se pueden obtener de varias fuentes, entre las que se incluyen: consultores, expertos del negocio, asociaciones profesionales, entre otros.

Salidas del proceso:

1. **Solicitudes de cambio aprobadas:** Las solicitudes de cambio son procesadas por el director del proyecto, el CCB o un miembro designado del equipo. El estado de todas las solicitudes de cambio, aprobadas o no, se actualizará en el registro de cambios como parte de las actualizaciones a los documentos del proyecto.
2. **Bitácora de gestión de cambios:** Administrada por el director de proyectos. Brinda una visión general y de consulta rápida sobre el estado de los cambios. Se recomienda utilizar el formato mostrado en la tabla 4.12.
3. **Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto:** Descrito en las salidas del proceso “4.4.3.4 Realizar el aseguramiento de la calidad”.

En la figura 4.40 se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso. Avantica Technologies presenta problemas de corrupción del alcance y otros defectos relacionados con la gestión de los cambios. En esta sección se discute la mejor forma de administrar el cambio para cerrar las brechas detectadas en la empresa y mejorar la calidad.

Gestionar los cambios	
ENTRADAS	
1.	Solicitudes de cambio
2.	Plan para la dirección del proyecto
HERRAMIENTAS	
1.	Reuniones
2.	Juicio experto
SALIDAS	
1.	Solicitudes de cambio aprobadas
2.	Bitácora de gestión de cambios
3.	Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto

Figura 4.40: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Gestionar los cambios”

Fuente: Elaboración propia

Los cambios en los proyectos son una realidad con la cual se debe convivir. Es por ello que si esta situación no es gestionada correctamente, podría influir de manera determinante en el grado de éxito del proyecto. Por ejemplo, la corrupción del alcance es un problema común que se presenta por una mala gestión de los cambios. La administración de los cambios es necesaria por cuanto los proyectos nunca se desarrollan exactamente como se planificaron por lo que se necesitará implementar modificaciones. La gestión de los cambios, es por tanto el proceso mediante el cual se identifican y analizan los cambios producto de nuevas necesidades del cliente y cambios en el entorno del proyecto (legales, financieros, etc), los cuales deben ser gestionados de tal forma que se pueda mantener un control continuo del proyecto. La idea es proteger del cambio áreas sensibles del proyecto como lo son: alcance, tiempo, costo y calidad.

Para efectuar una adecuada administración de los cambios se propone realizar los siguientes pasos:

- Presentar solicitud de cambio
- Análisis de la solicitud
- Determinar la resolución del cambio
- Implementar el cambio

El primer paso consiste en presentar la solicitud de cambio ante el director del proyecto. La necesidad del cambio puede ser identificada por cualquier miembro del equipo, el cliente o el patrocinador. La solicitud de cambio se hace a través de un formulario como el que se detalla en la tabla 4.11.

Tabla 4.11: Plantilla para la solicitud de cambios

Solicitud de cambio		id: <sc-xxx>	versión: <99.9>
Nombre del proyecto: <nombre del proyecto>		Código del proyecto: <AV-999999>	
Detalles de la solicitud de cambio			
Fecha de solicitud: <yyyy-mm-dd>		Numero de cambio: <C-99999>	
Descripción del cambio <descripción detallada del cambio>			
Justificación del cambio <descripciones de las razones que justifican el cambio>			
Causas del cambios <se plantean los motivos del cambio como: legales, nuevos requisitos, modificación de requisitos, etc>			
Beneficios del cambio <Se detallan los beneficios que traería al proyecto el cambio solicitado>			
Solicitante:		Firma:	
Análisis de impacto			
Análisis:			
Variable impactada	Descripción del análisis	Implicaciones	
<tiempo, costo, alcance, calidad, etc>	<descripción detallada del impacto>	<consecuencias que tendrá para el proyecto el impacto a la variable>	
Requiere autorización de:			
Nombre		Rol	
Resolución del cambio			
Situación de la solicitud: Aprobada _____ Rechazada _____			
Fecha de resolución: <yyyy-mm-dd>			
Observaciones: <indica en detalle las razones de la aprobación o rechazo de la solicitud de cambio>			
Firmas de autorización:			
Nombre	Firma	Rol	Fecha

Fuente: Elaboración propia

Una vez presentada la solicitud de cambio, el administrador del proyecto en conjunto con los miembros del equipo del proyecto que estén directamente relacionados con el cambio, analizan la solicitud planteada. Este análisis debe girar en torno al impacto que el cambio producirá en el proyecto a nivel de: alcance, tiempo, costo y calidad o cualquier otro que se considere importante.

Después del análisis del cambio, si éste no implica un impacto considerable y se encuentra dentro de los límites de tolerancia, el director puede tomar la decisión de aceptarlo, de lo contrario, esta decisión de aceptación podría involucrar al patrocinador del proyecto y/o el cliente. En caso de que las líneas base se vean afectadas favorablemente, es decir, ahorro de tiempo o dinero, manteniendo la misma calidad y alcance, la decisión la podría tomar el mismo director de proyectos. Si de acuerdo al análisis realizado, la solicitud de cambio no procede, se rechaza y se indican las razones.

Una vez aprobado el cambio, se debe implementar, comunicar y actualizar toda la documentación necesaria, incluido el plan para la dirección del proyecto. Se recomienda además, que el director de proyectos administre una bitácora de cambios del proyecto para que se tenga una visión general, ágil y de consulta rápida sobre el estado de la gestión de los cambios, para esto se propone utilizar un formato similar al mostrado en la tabla 4.12.

Tabla 4.12: Bitácora de gestión de cambios

Bitácora de cambios		id: <bc-xxx>		versión: <99.9>				
Nombre del proyecto: <Nombre del proyecto>			Código del proyecto: <AV-999999>					
Bitácora								
Número de cambio	Descripción	Fecha de recepción	Solicitante	Resolución		Fecha de aprobación	Estado	Comentarios
				Aprobada	Rechazada			
<C-99999>								

Fuente: Elaboración propia

4.4.4 Revisión y retrospectiva

Esta fase incluye los procesos orientados reflexionar sobre los procesos ejecutados y productos generados por el *sprint* que está finalizando. Esto con el objetivo de detectar defectos y proponer mejoras. Es una fase donde el equipo recibe retroalimentación objetiva relacionada a la calidad porque se basa en la discusión a partir de la demostración de productos finalizados a los clientes e interesados. Además, el equipo del proyecto se reúne para discutir las cosas que salieron bien, las que salieron mal y se proponen mejoras a los procesos. Es una fase para plantear mejoras a los procesos y productos. En la figura 4.41 se muestra la interrelación de los procesos que conforman esta fase.

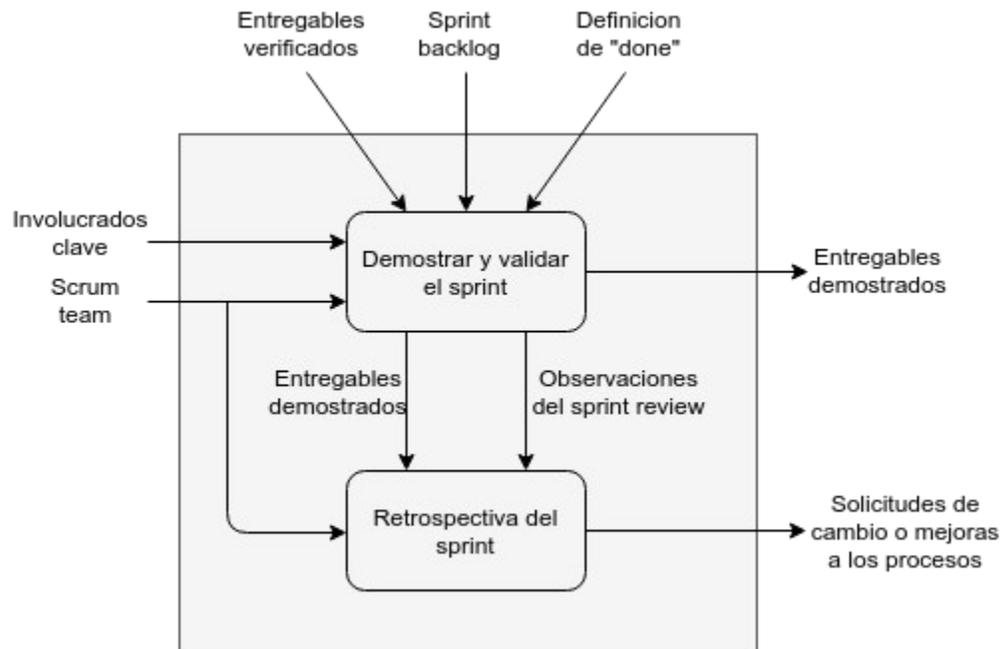


Figura 4.41: Diagrama de flujo de la fase de revisión y retrospectiva

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.1 Demostrar y validar el *sprint*

En este proceso, el *Scrum team*, demuestra los entregables al *product owner* y a los involucrados clave en la reunión de *Sprint review*. El objetivo de este proceso es recibir retroalimentación sobre la calidad del producto e iniciar el proceso para asegurar la aprobación y aceptación de los entregables. Es un proceso obligatorio, orientado a la calidad del producto y la mejora continua. Los pasos involucrados en este proceso son los siguientes:

- Al final de todo *sprint* se realiza la reunión de *sprint review*. Es una reunión que se realiza a la misma hora y lugar. Deben asistir el *Scrum team* y los involucrados clave.
- El *Scrum team* describe el objetivo del *sprint* para dar contexto a los asistentes a la reunión.
- El *Scrum team* demuestra el trabajo finalizado por medio de un producto funcional el cual sirve como evidencia objetiva del avance.
- Los participantes pueden hacer cualquier tipo de pregunta relacionada al producto y brindar su retroalimentación.
- El director de proyectos, *product owner* y *Scrum master* se encargan de registrar toda la retroalimentación.
- Posteriormente, la retroalimentación se convierte en historias de usuario que se agregan al

product backlog. La retroalimentación constante funciona como indicador de la satisfacción de los involucrados con respecto a la calidad de los entregables.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso “4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*”.
2. **Entregables del sprint:** Descrito como salidas del proceso “4.4.3.1 Crear los entregables”.
3. **Sprint backlog:** Explicado como una de las salidas del proceso “4.4.2.5 Crear el *sprint backlog*”
4. **Criterios de aceptación:** Salida del proceso “4.4.2.1 Crear las historias de usuario”.
5. **Definición de done:** Discutido en la sección “4.3.2 Criterios de aceptación, definición de done y el *product backlog* priorizado”.

Herramientas del proceso:

1. **Reunión de *sprint review*:** Los miembros del *Scrum team* demuestran a los interesados clave la funcionalidad que desarrollaron durante el *sprint*. Los interesados revisan los entregables y aceptan aquellos que cumplen con la definición de *done* y los criterios de aceptación acordados previamente y que están descritos en las historias de usuario correspondientes. Esta reunión brinda la oportunidad para que el *product owner* y los interesados inspeccionen el avance y así identificar mejoras en los procesos o productos en los *sprints* subsecuentes. Esta reunión brinda retroalimentación al equipo del proyecto para determinar si están cumpliendo las expectativas.

Salidas del proceso:

1. **Entregables demostrados:** Lo conforman el conjunto de productos que cumplen el criterio de aceptación, la definición de *done* y que los interesados clave han indicado que satisfacen sus expectativas. Estos entregables serán parte de las entradas del proceso de validación del alcance, donde se ejecuta un proceso formal de aceptación de los productos por parte de los interesados.

En la figura 4.42 se listan las entradas, herramientas y salidas del proceso de demostrar y validar el *sprint*.

Demostrar y validar el <i>sprint</i>	
ENTRADAS	
1. <i>Scrum team</i>	
2. Entregables del <i>sprint</i>	
3. <i>Spring backlog</i>	
4. Criterios de aceptación	
5. Definición de <i>done</i>	
HERRAMIENTAS	
1. Reunión de <i>sprint review</i>	
SALIDAS	
1. Entregables demostrados	

Figura 4.42: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Demostrar y validar el *sprint*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.4.2 Retrospectiva del *sprint*

El objetivo de este proceso es apoyar la mejora continua de los procesos de la gestión de proyectos. En este proceso el *Scrum team* se reúnen para discutir las lecciones aprendidas a lo largo del *sprint*. Esta información es documentada para que pueda ser utilizada en futuros *sprints* o proyectos. Por lo general, como resultado de esta discusión se crean ítemes o acciones de mejora a los procesos de la gestión de proyectos. Esta es una actividad obligatoria orientado a la calidad de los procesos y la mejora continua. Las entradas, herramientas y salidas del proceso de retrospectiva del *sprint* se muestran en la figura 4.43. Los pasos que componen este proceso son los siguientes:

- Se realiza la reunión de retrospectiva.
- Los miembros del *Scrum team* y el director de proyectos reflexionan sobre lo ocurrido en el *sprint* y la retroalimentación recibida en la reunión de *sprint review*.
- Analizan la información de desempeño recopilada a lo largo del *sprint*. Entre esta información se puede mencionar: cantidad de defectos detectados, métricas producidas por el sistema de inspección continua, reportes de desempeño, estado del *Scrumboard*, estado del *burndown chart*, etc. La información se puede analizar de diversas formas por medio de técnicas como: análisis FODA, análisis de causa-efecto, análisis de los cinco “por qué”, entre otros.
- Los participantes generan una lista de potenciales mejoras a los procesos de la gestión de proyectos. El director de proyectos es el encargado de aprobar las mejoras que considere adecuadas y de poner en marcha su aplicación.

Entradas del proceso:

1. ***Scrum team***: Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Observaciones recopiladas del *sprint review***: Durante la reunión de *sprint review*, se registra la retroalimentación de los participantes respecto a la calidad de los productos y procesos. Esta información es analizada durante la reunión de *sprint retrospective* para corregir y adaptar el curso de acción por medio de la implementación de mejoras a los procesos.

Herramientas del proceso:

1. **Reunión de *sprint retrospective***: Esta reunión es un elemento importante del proceso "inspeccionar-adaptar" propuesto por el marco de referencia *Scrum* y compone el paso final de todo *sprint*. El *Scrum master* es el moderador de la reunión, mientras que otro miembro del equipo documenta las discusiones y los cursos de acción que deben aplicarse a futuro. Es esencial que esta reunión se realice en un ambiente relajado para fomentar la participación de todos los miembros del equipo. En esta reunión se discute acerca de lo que salió bien y lo que no salió bien. El objetivo principal de esta reunión es determinar:
 - a) Cosas que el equipo debe seguir haciendo: mejores prácticas.
 - b) Cosas que el equipo necesita empezar a hacer: mejoras a los procesos.

c) Cosas que el equipo necesita dejar de hacer: cuellos de botella y problemas en los procesos.

Salidas del proceso:

1. **Lista de mejoras a los procesos:** Es una lista de modificaciones que deben implementarse a los procesos para mejorar el desempeño de *sprints* futuros.

Retrospectiva del <i>sprint</i>	
ENTRADAS	
1. <i>Scrum team</i>	
2. Observaciones recopiladas del <i>sprint review</i>	
HERRAMIENTAS	
1. Reunión de <i>sprint retrospective</i>	
SALIDAS	
1. Lista de mejoras a los procesos	

Figura 4.43: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Retrospectiva del *sprint*”

Fuente: Elaboración propia

4.4.5 Entrega y cierre

Esta fase la conforman los procesos necesarios para entregar los productos finalizados, así como cerrar formalmente el proyecto o fases. Incluye la validación del alcance y la documentación de lecciones aprendidas. En la figura 4.44, se muestra la relación entre los procesos que conforman esta fase.

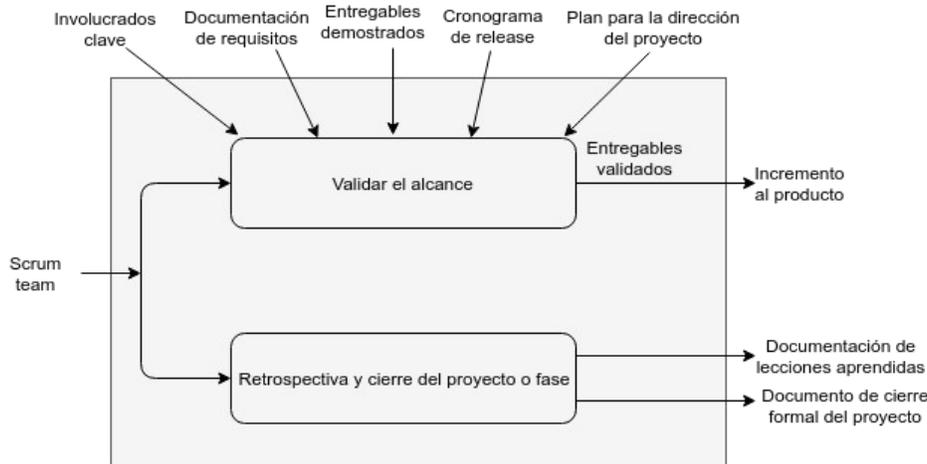


Figura 4.44: Diagrama de flujo de la fase de entrega y cierre

Fuente: Elaboración propia

4.4.5.1 Validar el alcance

En este proceso, los entregables finalizados en el *sprint* que recién termina, son aceptados, transferidos y en caso de tratarse de software, instalados en los ambientes de producción de los interesados. Se genera documentación donde quede constancia de la conformidad con el producto. Se da por terminado el *sprint* y se procede a ejecutar el siguiente. El ciclo se repite hasta que todos los entregables del proyecto sean finalizados. Es el proceso de formalizar la aceptación de los entregables del proyecto que se hayan completado. El beneficio clave de este proceso es que aporta objetividad al proceso de aceptación y aumenta las posibilidades de que el producto, servicio o resultado final sea aceptado mediante la validación de cada entregable individual.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".
2. **Interesados clave:** Todos los involucrados del proyecto que tienen autoridad de aceptar formalmente los entregables verificados.
3. **Plan para la dirección del proyecto:** Descrito en las entradas del proceso "4.4.1.4 Desarrollar los *epics*".
4. **Documentación de requisitos:** Detallado en el proceso "4.4.1.5 Recopilar los requisitos" como una salida.
5. **Entregables verificados:** Lo conforman todos los productos que fueron generados durante el *sprint* que cumplen con los requisitos, criterios de aceptación, definición de *done*, que han sido demostrados a los interesados clave y que pasaron las pruebas tanto manuales y automatizadas de validación y verificación. Son todos los productos que han superado el proceso de control de calidad.
6. **Cronograma de release:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.8 Realizar el *release planning*".

Herramientas del proceso:

1. **Métodos y procesos de puesta en producción:** Incluye todas las técnicas tanto manuales como automatizadas para instalar los entregables validados en los sistemas de producción del cliente. Se debe aspirar a automatizar completamente este proceso para disminuir el tiempo de entrega de valor al cliente, disminuir el riesgo y para eliminar los potenciales errores humanos en el proceso de instalación.
2. **Inspección:** Incluye actividades tales como medir, examinar y validar para determinar si el trabajo y los entregables cumplen con los requisitos y los criterios de aceptación del producto. Las inspecciones se denominan también, revisiones, revisiones del producto, auditorías y revisiones generales.

Salidas del proceso:

1. **Incremento del producto en producción o entregables aceptados:** Los entregables validados pueden ser productos de software o no. En caso de ser productos de software y si así lo determina el cronograma de release, se procede a instalar el incremento en los sistemas de producción del cliente. En caso de no ser un producto de software (documento, diseño, plan, entre otros) se hace su entrega formal al cliente para su uso.

En la figura 4.45 se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Validar el alcance
ENTRADAS
1. <i>Scrum team</i>
2. Interesados clave
3. Plan para la dirección del proyecto
4. Documentación de requisitos
5. Entregables verificados
6. Cronograma de <i>release</i>
HERRAMIENTAS
1. Métodos y procesos de puesta en producción
2. Inspección
SALIDAS
1. Incremento del producto en producción o entregables aceptados.

Figura 4.45: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Validar el alcance”

Fuente: Elaboración propia

La aceptación de entregables es el proceso mediante el cual, el cliente aceptará formalmente cada uno de los productos del proyecto, conforme se vayan finalizando. Los pasos que se deben seguir para la aceptación de los entregables son:

1. **Crear la solicitud de aceptación:** Una vez que las pruebas definidas para el entregable se hayan realizado y aprobado, así como también se haya verificado el cumplimiento de los criterios de calidad definidos, se puede decir que el entregable está listo para ser aceptado. En este momento, el director de proyectos debe completar la solicitud de aceptación utilizando una plantilla como la mostrada en la tabla 4.13, la cual permite registrar entre otras cosas: el nombre y código del proyecto, descripción del entregable a aceptar y descripción de los criterios de aceptación acordados en el plan de gestión de la calidad.
2. **Formalizar la aceptación:** Una vez creada la solicitud de aceptación, y de acuerdo a la fecha de entrega definida en el cronograma de trabajo, el entregable se enviará formalmente al cliente para su aceptación. En este punto se podrían presentar dos escenarios:
 - a) **Aceptación:** Si el cliente considera que el entregable cumple con los requisitos y criterios de calidad, procede a firmar junto con el director de proyectos la aceptación formal del producto

y se indica la fecha del evento.

- b) **No aceptación:** Si el cliente no está de acuerdo con la calidad del entregable, será necesario escuchar y analizar las razones que tiene para rechazar el producto. De ser necesario se corroboraran los criterios de aceptación en relación a los resultados de las pruebas y requerimientos definidos. Es importante mencionar que no se procede a aceptar un entregable si hay pruebas pendientes o fallidas. Si después de demostrar que los criterios de aceptación se han cumplido, el cliente continúa con la negativa de aceptar el entregable, se activarán los planes de acción correspondientes, sean estos legales u otros. Se registran las razones por las cuales no se acepta el entregable, se registra la fecha, se firma la solicitud por parte del director de proyectos y se pide al cliente que también firme. En caso de que el cliente no quiera firmar, se anota en las observaciones su negativa a firmar.

Tabla 4.13: Solicitud de aceptación de entregables

Solicitud de aceptación de entregable		id: <ae-xxx>	versión: <99.9>
Información general			
Nombre del proyecto: <nombre del proyecto>		Código del proyecto: <AV-999999>	
Nombre del entregable: <se registra el nombre del entregable>			
Descripción del entregable: <se describe el entregable>			
Criterio(s) de aceptación: <se listan los criterios de aceptación previamente definidos en el plan de calidad>			
Aceptación			
El entregable es aceptado: Si: _____ No: _____			
Comentarios: <se registran los comentarios y razones respecto a la aceptación o no del entregable>			
Aceptado por:		Director del proyecto:	
Nombre:	Firma:	Nombre:	Firma:
Fecha de solicitud de aceptación: <yyyy-mm-dd>		Fecha de aceptación: <yyyy-mm-dd>	

Fuente: Elaboración propia

4.4.5.2 Retrospectiva y cierre del proyecto o fase

El objetivo de este proceso es realizar el cierre formal del proyecto o fase. Se liberan los recursos del proyecto (en caso de finalización del proyecto) y se documentan las lecciones aprendidas para que sean utilizadas en futuros proyectos o fases.

Entradas del proceso:

1. **Scrum team:** Discutido como salida del proceso "4.4.1.3 Conformar el *Scrum team*".

Herramientas del proceso:

1. **Reunión de retrospectiva:** Es una reunión para determinar formas en las cuales la colaboración entre los miembros del equipo y su efectividad puede mejorarse en futuros proyectos. Se discuten puntos positivos, negativos y potenciales oportunidades de mejora relacionados a todos los procesos y actividades de la gestión del proyecto.

Salidas del proceso:

1. **Documentación de lecciones aprendidas:** Registro del conocimiento adquirido durante un proyecto el cual muestra cómo se abordaron o deberían abordarse en el futuro los eventos del proyecto, a fin de mejorar el desempeño futuro. Es preciso documentar y distribuir las lecciones aprendidas para que pasen a formar parte de la base de datos histórica tanto del proyecto como de la organización ejecutora. Esta documentación incluye las causas de los incidentes, el razonamiento subyacente a la acción correctiva elegida y otros tipos de lecciones aprendidas relacionadas a la gestión del proyecto.
2. **Documento de cierre formal del proyecto:** Documentación formal que indica la terminación del proyecto o fase. Durante el cierre del proyecto, el director del proyecto revisa la documentación de la fase anterior, la documentación de aceptación del cliente procedente del proceso validar el alcance y el contrato (si corresponde) para asegurarse de que todos los requisitos del proyecto están completos antes de finalizar el cierre del proyecto. Si el proyecto se da por concluido antes de su terminación, la documentación formal indica por qué se concluyó el proyecto y formaliza los procedimientos para la transferencia a terceros de los entregables terminados y sin terminar del proyecto cancelado.

En la figura 4.46 se listan las entradas, herramientas y salidas de este proceso.

Retrospectiva y cierre del proyecto o fase
ENTRADAS 1. <i>Scrum team</i>
HERRAMIENTAS 1. Reunión de retrospectiva del proyecto
SALIDAS 1. Documentación de lecciones aprendidas 2. Documento de cierre formal del proyecto

Figura 4.46: Entradas, herramientas y salidas del proceso “Retrospectiva y cierre del proyecto”

Fuente: Elaboración propia

El proceso de cierre de fase o proyecto consiste de los pasos necesarios para finalizar todas las actividades del proyecto, o bien cada una de las fases en las que está constituido el proyecto. Antes de efectuar el cierre, es importante verificar que todos los procesos y actividades definidos para una fase o proyecto se hayan concluido, tarea que está bajo la responsabilidad del director de proyectos.

El cierre podría ocurrir por:

- Aprobación de todos los entregables de las fases o del proyecto.
- Suspensión del proyecto.
- Cancelación del proyecto.

Para este proceso se propone crear un informe de cierre y documentar las lecciones aprendidas.

Una vez que se han finalizado todas las tareas, actividades y entregables del proyecto o fase es necesario redactar el informe de cierre del mismo, para formalizar la finalización. Este informe es realizado por el director de proyectos y presentado al patrocinador del proyecto, buscando que sea del conocimiento del equipo del proyecto.

En la tabla 4.14, se puede observar una plantilla para documentar el cierre del proyecto o fase.

Tabla 4.14: Informe de cierre

Informe de cierre		id: <ic-xxx>	versión: <99.9>
Nombre del proyecto: <nombre del proyecto>		Código del proyecto: <AV-999999>	
Fecha de inicio: <Fecha en la que inicio el proyecto o fase yyyy-mm-dd>	Fecha de finalización: <fecha en que finalizó el proyecto o fase yyyy-mm-dd>	Fecha de elaboración: <fecha en que se elaboró el informe yyyy-mm-dd>	
Cierre de: Fase _____ Proyecto _____			
Descripción del proyecto o fase: <Se registra una descripción del proyecto o fase>			
Objetivos alcanzados			
Objetivo	Alcanzado (si/no)	Razón	
Valoración del proyecto: <se valora el grado de éxito del proyecto o fase basado en el alcance de los objetivos planteados el principio del mismo>			
Logros alcanzados			
Problemas enfrentados/Lecciones aprendidas			
Descripción del problema	Cómo de enfrentó (solución)	La solución fue efectiva (si/no)	
Desviaciones <se documentan las desviaciones respecto al alcance, costo, tiempo, calidad que se presentaron>			
Observaciones			
Tipo de cierre			
Finalización _____	Suspensión _____	Cancelación _____	
Justificación			
<se detallan las razones por las cuales finalizó, suspendió o canceló el proyecto o fase>			
Aprobación			
Nombre	Firma	Rol	Fecha

Fuente: Elaboración propia

Junto con el cierre de una fase o proyecto, las lecciones aprendidas deben documentarse para que pasen a formar parte de los activos de los procesos de la organización y para que sean utilizadas como información en la ejecución de futuros proyectos. La documentación de lecciones aprendidas juega un rol importante en la generación de experiencia organizacional en la ejecución de proyectos y es parte fundamental de la mejora continua y la calidad de la administración de proyectos.

El objetivo es dejar registro de todas las situaciones que se presentaron, y de las cuales se pueden generar enseñanzas para el mejoramiento continuo de la gestión de los proyectos. Ya sea para repetir las acciones catalogadas como buenas prácticas, así como para modificar o dejar de hacer aquellas que se consideran erróneas o defectuosas. Estas lecciones aprendidas se deben ir recopilando conforme se dan las situaciones en el proyecto, ya sea a través de los reportes de avance de las actividades, las reuniones de seguimiento, las reuniones de *daily Scrum*, etc.

La tabla 4.14, incluye una sección dedicada a la documentación de las lecciones aprendidas.

4.4.6 ¿Cómo encaja la metodología de calidad dentro de la metodología de gestión de proyectos de la empresa?

En este apartado se discute, cómo la metodología de gestión de la calidad propuesta encaja en la metodología de administración de proyectos de Avantica Technologies, la cual se explicó detalladamente en la sección 4.1.1 de esta investigación.

En la sección “4.1.1.1 Fase de inicio”, se documentó los procesos y actividades que se realizan actualmente al iniciar todo proyecto en la empresa. Dicha fase será completamente sustituida por el proceso explicado en la sección “4.4.1 Iniciación” que corresponde a la metodología de gestión de la calidad propuesta. Esto con el objetivo de fortalecer el proceso de recopilación de requisitos y agregar un adecuado proceso de planificación de la gestión de la calidad, que actualmente no existe en la metodología de administración de proyectos de la empresa. Con esto se desea cambiar la visión de calidad orientada a la inspección por una orientada a la prevención y planificación.

En la sección “4.1.1.2 Planificación y requerimientos”, se detallan los procesos que ejecuta actualmente Avantica Technologies para documentar las necesidades de los interesados y para planificar el trabajo que debe realizarse. Dicha etapa se mantendrá prácticamente sin cambios pero será reforzada con las recomendaciones discutidas en la sección “4.4.2 Planificar y estimar”.

La etapa “4.1.1.3 Fase de diseño”, que actualmente está contemplada dentro de la metodología de gestión de proyectos de Avantica, se mantiene sin cambio alguno.

Las etapas “4.1.1.4 Fase de desarrollo” y “4.1.1.5 Fase de pruebas” que componen la metodología de administración de proyectos actual, serán completamente reemplazadas por la etapa “4.4.3 Implementar”. El objetivo es eliminar la visión de que el desarrollo de software y la calidad son procesos que deben realizarse de forma separada, desacoplada una de la otra. Se desea promover la calidad como una actividad inherente y completamente integrada al desarrollo de software y la gestión de proyectos. Es por eso que la nueva etapa “4.4.3 Implementar” comprende las actividades de desarrollo de software, el aseguramiento de la calidad, el control de la calidad y el control integrado de los cambios.

Para promover la mejora continua de los procesos y la calidad, se propone una etapa completamente nueva que no existe en la metodología de gestión de proyectos actual de Avantica Technologies. Dicha etapa se denomina “4.4.4 Revisión y retrospectiva”. Esta etapa se ejecuta regularmente. Su objetivo es reflexionar y proponer mejoras a la calidad de los productos y los procesos.

Finalmente, la etapa “4.1.1.6 Fase de entrega/cierre” será eliminada y reemplazada por la etapa “4.4.5 Entrega y cierre”. Esto para fortalecer las actividades de documentación de las lecciones aprendidas y la validación del alcance, procesos que actualmente no se ejecutan de forma rigurosa, provocando insatisfacción de los interesados y una inmadurez perpetua de la gestión de proyectos al no registrar los aprendizajes.

4.5 Estrategia de implementación de la metodología en la empresa

Una vez definida la metodología de gestión de proyectos es necesario plantear una estrategia de implementación de la misma en la empresa. Tomando en consideración la cultura organizacional y la situación actual de la empresa; y después de varias reuniones de grupos focales con los principales patrocinadores y la PMO de la Avantica Technologies se decidió implementar primero un plan piloto. Cada seis meses la empresa aprovecha la oferta de estudiantes que necesitan hacer práctica profesional para emplearlos en la ejecución de proyectos internos. En la segunda mitad de este año se iniciarán al menos tres proyectos internos en la empresa los cuales serán incluidos en un plan piloto de implementación. Si este plan piloto finaliza con éxito y con satisfacción de los involucrados clave, se procederá a aplicar los mismos pasos de este plan piloto gradualmente a todos los proyectos de la empresa. En resumen la estrategia de implementación consta de las siguientes etapas:

1. Autorización para la implementación de la metodología.
2. Selección de proyectos a incluir en la implementación.
3. Capacitación del equipo del proyecto.
4. Implementación de la metodología.
5. Control y seguimiento de la aplicación de la metodología.
6. Análisis de resultados y mejora de la metodología.
7. Cierre de la implementación de la metodología.

Si el plan piloto tiene éxito en los tres proyectos iniciales, se procederá a una etapa de adopción que consiste en aplicar las siete etapas indicadas anteriormente a todos los proyectos que la empresa considere necesario. La idea es aplicar un proceso incremental, iterativo, progresivo para poder implementar poco a poco la metodología en la mayoría de proyectos de la empresa. De esta forma, se pueden ejecutar varias implementaciones pequeñas dirigidas por diferentes directores de proyectos, las cuales pueden ejecutarse en paralelo, todo bajo la tutela de la PMO que es el principal responsable e interesado del proceso. Es importante mencionar que este proceso de implementación incluye capacitaciones a todos los involucrados, por lo que progresivamente los colaboradores de la empresa irán adquiriendo las destrezas tanto teóricas como prácticas necesarias para la ejecución de proyectos utilizando la metodología, convirtiéndola en un estándar en Avantica Technologies.

En las siguientes secciones se explicará en detalle cada una de las siete etapas que componen el proceso de implementación de la metodología de gestión de la calidad en la empresa.

4.5.1 Autorización para la implementación de la metodología

En esta etapa, la PMO autoriza la implementación y selecciona un director de proyectos, de ahora en adelante denominado implementador, que se encargue de administrar el proceso de adopción de la metodología de gestión de la calidad en un conjunto de proyectos seleccionados por la PMO¹⁸. El objetivo principal de esta etapa es delegar la autoridad y asignar la responsabilidad del control y seguimiento del proceso a un experto en la dirección de proyectos (implementador). Dicho implementador será capacitado en la metodología de gestión de la calidad propuesta en esta investigación. Se supone que el implementador seleccionado conoce a fondo la guía PMBOK y la metodología *Scrum*. Una vez capacitado, el implementador se convierte en un potencial capacitador, favoreciendo y acelerando así el proceso de adopción, dado que entre más capacitadores haya más fácil será ejecutar implementaciones en paralelo. En la tabla 4.15, se resumen las principales actividades, duración, responsables y entregables esperados en esta etapa.

Tabla 4.15: Autorización para la implementación de la metodología

Actividades	Responsables	Duración (semanas)	Entregable o producto
<ul style="list-style-type: none"> • Autorización del inicio de la implementación, • Seleccionar implementador. • Capacitación del implementador (en caso que no haya sido capacitado aún). 	<ul style="list-style-type: none"> • Director de la PMO • Implementador • Experto en la metodología de gestión de la calidad a cargo de capacitar al implementador. 	3	<ul style="list-style-type: none"> • Comunicación escrita de la autorización otorgada al implementador para encargarse de la adopción de la metodología. • Visto bueno del capacitador indicando la idoneidad del implementador.

Fuente: Elaboración propia

¹⁸ La selección de los proyectos a incluir en la implementación se explica en la siguiente sección

4.5.2 Selección de proyectos a incluir en la implementación

La PMO utilizando juicio experto y basada en los objetivos estratégicos de la empresa, disponibilidad de recursos, duración de los proyectos, ventaja competitiva, riesgos y otros factores, escogerá un conjunto de proyectos que entrarán en el proceso de implementación de la metodología de gestión de la calidad. Para el plan piloto se seleccionarán tres proyectos internos de la empresa por ser considerados de bajo riesgo y porque la empresa tiene control absoluto sobre las decisiones que deban tomarse. Futuras implementaciones de la metodología, será sobre proyectos internos y no internos. Progresivamente, los proyectos irán adoptando la metodología hasta que se convierta en un estándar en la empresa. El objetivo principal de esta etapa es identificar los proyectos, que desde el punto de vista experto de la PMO, cumplen las características apropiadas para iniciar el proceso de adopción de la metodología. En la tabla 4.16, se muestra de forma esquemática las actividades, responsables, duración y productos de la etapa de selección de proyectos a incluir en la implementación de la metodología.

Tabla 4.16: Selección de proyectos a incluir en la implementación

Actividades	Responsables	Duración (semanas)	Entregable o producto
<ul style="list-style-type: none">• Seleccionar los proyectos idóneos para la implementación de la metodología	<ul style="list-style-type: none">• Director de la PMO	1	<ul style="list-style-type: none">• Lista de proyectos donde se implementará la metodología

Fuente: Elaboración propia

4.5.3 Capacitación del equipo del proyecto

Una vez que se posee un implementador capacitado y se conoce los proyectos que adoptarán la metodología, se procede a capacitar al equipo del proyecto en la metodología. Esto incluye al director de proyectos, el *Scrum master*, el equipo de desarrollo (incluyendo expertos en QA), *product owner* y es ideal incluir a otros involucrados clave. La capacitación la realizará el implementador que fue previamente capacitado en la etapa anterior y contará con el apoyo de un experto en la metodología de gestión de la calidad. Esto con el objetivo de ir preparando al implementador como futuro capacitador y así facilitar el proceso de ejecución de múltiples implementaciones de la metodología en paralelo en toda la empresa. Otra ventaja de que el implementador ejecute las capacitaciones es que le permitirá ir conociendo el equipo con el que trabajará en las siguientes semanas. El factor humano y psicológico es importante en este proceso de implementación, hay que evitar en el equipo la sensación de que son supervisados, auditados o medidos porque su desempeño y disposición pueden verse afectados. Estas capacitaciones deben estar correctamente dirigidas al público meta. Por eso la capacitación básica que se propone es en tres grandes temas:

- Gestión de proyectos con énfasis en gestión de la calidad (1 semana).
- *Scrum* (1 semana).

- Buenas prácticas de la ingeniería de software orientadas a la calidad (1 semana).
- Metodología de gestión de la calidad propuestas en esta investigación (1 semana).

Es importante mencionar que si el equipo ya ha recibido la capacitación, el tiempo invertido en cada tema se reducirá significativamente. Sin embargo, la duración propuesta anteriormente para cada tema, supone que el equipo no conoce ni ha participado nunca en un proceso de implementación de la metodología de gestión de la calidad. El principal objetivo de esta etapa es preparar al equipo de proyecto para que aplique lo mejor posible la metodología y conozca al implementador que estará a cargo del proceso en su proyecto.

En la tabla 4.17, se pueden observar las actividades, responsables, duración y entregables de esta etapa.

Tabla 4.17: Capacitación del equipo del proyecto

Actividades	Responsables	Duración (semanas)	Entregable o producto
<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar al equipo del proyecto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementador. • Experto en la metodología de gestión de la calidad apoyando al implementador. • Equipo del proyecto. 	4	<ul style="list-style-type: none"> • Visto bueno del implementador indicando que el equipo del proyecto ha sido capacitado con éxito.

Fuente: Elaboración propia

4.5.4 Implementación de la metodología

Cuando el equipo de proyecto está capacitado en la metodología de gestión de la calidad puede empezar a utilizarlo en su proyecto. La metodología puede ser incorporada poco a poco durante la ejecución de cada *sprint*. El proceso de implementación es sensitivo al contexto del proyecto por lo que es complicado establecer un tiempo exacto de duración de esta etapa. Depende del riesgo del proyecto, experiencia del equipo del proyecto, poder de toma de decisiones de la empresa sobre la ejecución del proyecto, cantidad de recursos disponibles, prioridades, etc.

Procesos anteriores de implementación de estándares relacionados a la gestión de proyectos en la empresa han durado en promedio 12 semanas, por lo tanto se usará ese tiempo como estimación del esfuerzo requerido. Dado que todos los proyectos donde se implementará la metodología usan *Scrum*, lo más natural es utilizar historias de usuario para planificar, ejecutar y controlar las tareas relacionadas a la implementación de la metodología. Por eso, durante cada *sprint* el implementador junto con el director de proyectos crearán historias de usuario orientadas a la adopción de cada uno de los pasos de la metodología de tal forma que al final del tiempo establecido el equipo cumpla con todos los pasos sugeridos por la metodología.

Durante esta etapa se puede requerir el apoyo de desarrolladores y expertos en QA que ayuden al equipo a implementar buenas prácticas de la ingeniería de software como lo son: pruebas unitarias automatizadas,

ingeniería de requerimientos, integración continua, inspección automática de código, programación en parejas, etc.

El objetivo principal de esta etapa es la adopción progresiva de la metodología en el proyecto. No se descarta la posibilidad de que 12 semanas no sea suficiente para la adopción de la metodología en algunos proyectos. Si tal situación se presenta se puede extender el periodo de adopción previa autorización del director de la PMO. En la tabla 4.18, se muestran las actividades, responsables, duración y entregables de este proceso.

Tabla 4.18: Implementación de la metodología

Actividades	Responsables	Duración (semanas)	Entregable o producto
<ul style="list-style-type: none"> • Aplicación de la metodología. • Capacitaciones de los colaboradores de la empresa en buenas prácticas de ingeniería de software y QA 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementador. • Director de proyectos. • Equipo del proyecto. • Personal especializado en buenas prácticas de la ingeniería de software y expertos en QA en calidad de consultores. 	12 (6 <i>sprints</i>)	<ul style="list-style-type: none"> • Los productos asociados a las historias de usuario relacionadas a la adopción de la metodología de gestión de la calidad.

Fuente: Elaboración propia

4.5.5 Control y seguimiento de la implementación de la metodología

Paralelamente al proceso de implementación de la metodología es necesario realizar un control y seguimiento del proceso. Esta etapa no solo es importante para controlar sino para recibir retroalimentación periódica que permita la mejora de la metodología de gestión de la calidad. Para realizar el control y seguimiento se pueden utilizar las actividades normales de todo *sprint*, específicamente las reuniones de *daily Scrum*, *sprint retrospective* y *sprint review*. Esto porque las tareas de adopción serán representadas como historias de usuario y pueden ser incorporadas en el *product backlog*. Por lo tanto no hace falta hacer ninguna distinción, simplemente estas tareas serán asignadas a los responsables clave, que en este caso son el implementador, el director de proyectos, el *Scrum master* y los consultores de apoyo. Durante el *daily Scrum* los responsables pueden discutir el estado del proceso de adopción.

En el *sprint review*, se pueden demostrar a los interesados, clientes y patrocinadores el avance de la implementación y qué beneficios les ha traído la metodología. En esta misma reunión se recibe retroalimentación por parte de los involucrados clave acerca de su percepción sobre las mejoras que pueden realizarse a la metodología.

Durante el *sprint retrospective*, todo el equipo del proyecto junto con el implementador y los consultores pueden discutir sobre que hicieron bien y que hicieron mal y pueden proponerse mejoras a la metodología

de gestión de la calidad. Al final de estas dos reuniones el implementador puede documentar las lecciones aprendidas y proponer mejoras a la metodología de gestión de la calidad. Adicionalmente, se creará un documento donde se informe el porcentaje de adopción de cada uno de los procesos de la metodología de gestión de la calidad, que servirá como indicador del avance general de la implementación. En la tabla 4.19 se resumen las actividades, responsables, duración y productos de la etapa de control y seguimiento de la implementación de la metodología.

Tabla 4.19: Control y seguimiento de la implementación de la metodología

Actividades	Responsables	Duración (semanas)	Entregable o producto
<ul style="list-style-type: none"> Control y seguimiento de la implementación de la metodología. <i>Daily Scrum.</i> <i>Sprint retrospective.</i> <i>Sprint review.</i> <i>Sprint planning.</i> 	<ul style="list-style-type: none"> Implementador. Director de proyectos. Equipo del proyecto. Personal especializado en buenas prácticas de la ingeniería de software y expertos en QA en calidad de consultores. 	12 (6 <i>sprints</i>).	<ul style="list-style-type: none"> Informe que incluya el porcentaje de cumplimiento de cada uno de los procesos que conforman la metodología. Informe de lecciones aprendidas y potenciales mejoras a la metodología de gestión de la calidad.

Fuente: Elaboración propia

4.5.6 Cierre de la implementación de la metodología

En esta etapa el implementador, el director de proyectos y el *Scrum master*, proceden a recopilar la información registrada y redactan un reporte final con los resultados obtenidos. El objetivo principal de esta etapa es ejecutar el cierre formal del proceso y crear un informe que será entregado a la PMO que resuma las lecciones aprendidas, el porcentaje de adopción de la metodología en el proyecto y propuestas de mejora a la metodología de gestión de la calidad. Esto será un insumo valioso para la mejora continua y para futuros esfuerzos de implementación de la metodología en otros proyectos. Una vez finalizada esta etapa se liberan recursos como el implementador y los consultores que se solicitaron para apoyar el proceso. En la tabla 4.20, se resumen las actividades, responsables, duración y productos de esta etapa.

Tabla 4.20: Cierre de la implementación de la metodología

Actividades	Responsables	Duración (semanas)	Entregable o producto
<ul style="list-style-type: none"> Reunión de retrospectiva del proceso. Cierre formal de la implementación de la metodología. 	<ul style="list-style-type: none"> Implementador. Director de proyectos. <i>Scrum master.</i> 	1	<ul style="list-style-type: none"> Informe final del proceso de implementación que incluya lecciones aprendidas, porcentaje de adopción de cada uno de los procesos de la metodología, conclusiones y recomendaciones de mejora.

Fuente: Elaboración propia

4.5.7 Análisis de resultados y mejora de la metodología

Una vez finalizado el proceso de implementación, un comité conformado por el director de la PMO y expertos en la metodología de gestión de la calidad, se reunirán para analizar los resultados de los proyectos que han terminado el proceso de adopción de la metodología. El objetivo principal de esta reunión es discutir las lecciones aprendidas, los resultados del proceso e incorporar mejoras a la metodología de gestión de la calidad. Adicionalmente, este comité debe encargarse de actualizar los activos de los procesos de la organización para reflejar las decisiones que se tomen. Por último debe actualizarse el material de capacitación que se utiliza para entrenar a los equipos en la utilización de la metodología y se debe iniciar un proceso de comunicación de los cambios a nivel corporativo. Como parte de este proceso de mejoras se pueden proponer la ejecución de auditorías para asegurarse que los equipos de proyecto incorporan los cambios y que están utilizando la metodología de la forma establecida. Como parte del análisis de resultados la empresa puede determinar y evaluar el nivel de adopción de la metodología a nivel corporativo. Esta etapa también le permite a la empresa valorar defectos y proponer mejoras en todo el proceso de implementación de la metodología. En la tabla 4.21, se muestra un resumen de las actividades, responsables, duración y entregables esperados durante esta etapa.

Tabla 4.21: Análisis de resultados y mejora de la metodología

Actividades	Responsables	Duración (semanas)	Entregable o producto
<ul style="list-style-type: none">Reunión de análisis de resultados y propuesta de mejoras a la metodología de gestión de la calidad.	<ul style="list-style-type: none">Director de la PMO.Comité de expertos en la metodología de gestión de la calidad.	4	<ul style="list-style-type: none">Mejoras a la metodología de gestión de la calidad.Modificaciones al material de capacitación relacionado a la metodología de gestión de la calidad.Campaña de información sobre las modificaciones a la metodología de gestión de la calidad.

Fuente: Elaboración propia

4.5.8 Proceso de adopción a nivel empresarial

Para finalizar con la explicación de la estrategia de implementación de la metodología, es importante describir brevemente como se llevará a cabo la adopción en todos los proyectos de la empresa. El proceso de adopción de la metodología a nivel empresarial consistiría en la aplicación incremental y progresiva de todas las etapas discutidas anteriormente sobre un conjunto de proyectos seleccionados por la PMO. Basado en juicio experto, en los objetivos estratégicos de la empresa, disponibilidad de recursos, entre otros, la PMO puede escoger, cada cierta cantidad de tiempo, un conjunto de proyectos idóneos para ingresar en el proceso de implementación de la metodología. Poco a poco se contará con más personas capacitadas y entrenadas en la metodología que pueden ayudar como capacitadores en futuros procesos de implementación. Así se acelerará el establecimiento de la metodología como estándar

en la empresa. La PMO, tendrá como política que cualquier proyecto nuevo debe seguir la estrategia de implementación indicada en este trabajo y los proyectos que ya existen se irán integrando poco a poco en el proceso de implementación hasta que la metodología sea utilizada por la mayoría de proyectos de la empresa.

4.5.9 Cronograma de implementación de la metodología

En la figura 4.47, se muestra el cronograma propuesto para el proceso de implementación de la metodología de gestión de la calidad que se explicó en las secciones anteriores.

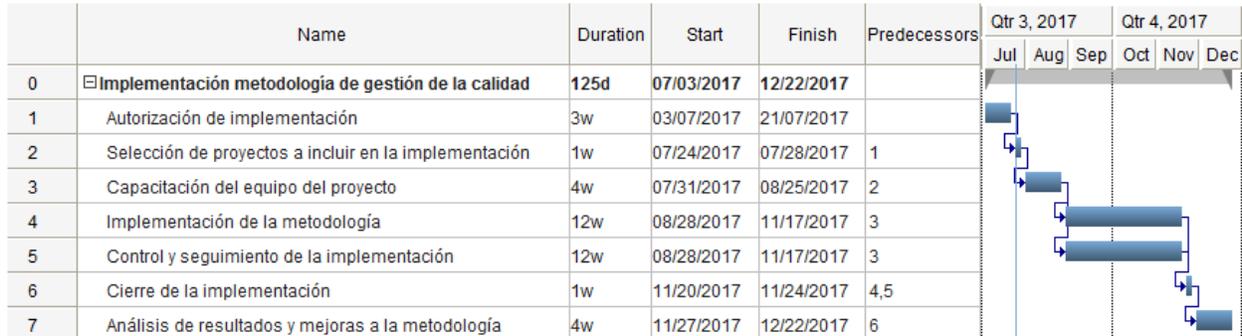


Figura 4.47: Cronograma del proceso de implementación de la metodología

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- **Objetivo general:** Proponer una metodología de gestión de la calidad que apoye la administración de proyectos de software en Avantica Technologies permitiendo desde una perspectiva preventiva mejorar la calidad de los productos y procesos.
 1. Se encontró que Avantica Technologies tiene una visión reactiva respecto a la calidad, donde se favorece la inspección sobre la prevención. Esto no es efectivo ni recomendado por las buenas prácticas de la disciplina de la gestión de proyectos. Dicha situación impacta negativamente la calidad de los proyectos e imposibilita implementar la mejora continua en la empresa. Para corregir esta problemática, la presente investigación propone una metodología de gestión de la calidad, cuyo objetivo es poner a disposición de la empresa, una guía organizada, coherente, que detalla procesos, entradas, herramientas, técnicas y salidas. Adicionalmente, ésta metodología incorpora el concepto de que la calidad debe ser planificada, diseñada y construida, no solo inspeccionada. Por último, considera las cinco perspectivas de la calidad: perspectiva del producto, perspectiva del proceso, perspectiva del cliente, perspectiva trascendental y perspectiva basada en valor.
 2. Mediante las encuestas, entrevistas y el diagnóstico de la situación actual de la empresa, se logró comprender la cultura organizacional e identificar una serie de brechas y defectos en la calidad de los procesos de la administración de proyectos de Avantica Technologies. Esta información se utilizó para diseñar una metodología de gestión de la calidad que considera los factores ambientales de la empresa, su nivel de madurez, la cultura organizacional y objetivos estratégicos para cerrar las principales brechas de calidad encontradas.
 3. Se identificó que Avantica Technologies no aplica en sus procesos de calidad y administración de proyectos las recomendaciones estándar de la industria del software, la calidad y la disciplina de la gestión de proyectos. La metodología de la gestión de la calidad propuesta pretende corregir estos defectos incorporando en sus procesos las recomendaciones sugeridas por la guía PMBOK, el marco metodológico *Scrum*, las buenas prácticas de la ingeniería de software y los conceptos de mejora continua de la calidad. Esta metodología puede ser utilizada como base para la estandarización de la gestión de la calidad en la empresa y elimina la necesidad de utilizar procesos *ad hoc* como se ha hecho hasta ahora, los cuales impactan negativamente la calidad.

- **Objetivo 1:** Identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software de la empresa.
 1. Se identificó que las principales causas de los defectos de la calidad en Avantica Technologies son: acumulación de deuda técnica, procesos de gestión de la calidad inexistentes o no estandarizados, deficiente aseguramiento y control de la calidad, carencia de buenas prácticas recomendadas por la ingeniería de software, carencia de buenas prácticas recomendadas por la disciplina de la gestión de proyectos, deficiencias en la planificación de la gestión de la calidad y una inadecuada cultura organizacional hacia la calidad que favorece la inspección sobre la prevención.
 2. De acuerdo al PMMM, Avantica Technologies tiene un nivel dos de madurez. Esto porque se encontró que la empresa cuentan con procesos estructurados básicos pero que no son de uso obligatorio en todos los proyectos. Los procesos de la gestión de proyectos presentan una mezcla de nivel de detalle y rigurosidad, entre profundidad y superficialidad, lo que produce variabilidad, complica la predicción e impacta la calidad de los proyectos. La empresa se apoya principalmente en criterio experto para la estimación de tiempo, esfuerzo, costos, entre otros. Avantica Technologies se enfoca en proyectos individuales, olvidando el desempeño colectivo de su cartera de portafolios, programas y proyectos.
 3. A pesar de que la empresa puede ser considerada exitosa y posee mucha experiencia en su sector, el diagnóstico de madurez y los defectos encontrados en los procesos de gestión de proyectos de software y calidad, indican que existen muchas áreas de mejora.
 4. Se encontraron problemas, debido a defectos y baja calidad en los procesos de la gestión de proyectos, entre los que se pueden mencionar: retrabajo, baja productividad, inconformidad de los clientes, sobrecostos, corrupción del alcance, procesos de alta variabilidad y poco predecibles, retrasos, productos con altos porcentajes de defectos, entre otros.
- **Objetivo 2:** Evaluar los procesos de la gestión de proyectos de la empresa identificando las principales brechas relacionadas a la calidad que deben cerrarse por la metodología propuesta.
 1. Se identificó que los siguientes procesos de la gestión de proyectos presentan brechas que impactan negativamente la calidad: planificar la calidad, asegurar la calidad, controlar la calidad, recopilar los requisitos, cerrar el proceso o fase y gestionar los cambios.
 2. Se encontraron defectos y brechas en los procesos de la administración de proyectos. En Avantica Technologies no es obligatorio planificar la calidad. Sus procesos presentan una orientación hacia la inspección y no hacia la prevención, imposibilitando la mejora continua. Es común que los proyectos no definan métricas ni requisitos de calidad. Los procesos de gestión de la calidad en la empresa son *ad hoc* y no están estandarizados, tampoco están sujetos a auditorías. Por lo general, no se documentan las lecciones aprendidas, así se pierde la oportunidad de mejorar la calidad de los proyectos futuros. Actualmente, Avantica Technologies, no cuenta con plantillas, listas de verificación y otros documentos formales que

apoyen el proceso de gestión de la calidad. La empresa no ejecuta un correcto control integrado de los cambios, lo cual puede impactar los objetivos y líneas base de los proyectos. Se encontró que los colaboradores de la empresa carecen de una correcta capacitación en temas relacionados a las buenas prácticas de la ingeniería de software, la gestión de proyectos, gestión de la calidad y *Scrum*. Este panorama es preocupante porque las buenas prácticas y recomendaciones de la disciplina de gestión de proyectos indican que los factores anteriormente descritos impactan negativamente la calidad.

- **Objetivo 3:** Proponer una estrategia de implementación de la metodología en la empresa.
 1. Esta investigación propone una estrategia de implementación y adopción de la metodología de gestión de la calidad que puede ser aplicada de forma incremental y progresiva. Además toma en consideración la cultura organizacional, las restricciones de recursos y los objetivos estratégicos de la empresa.
 2. Se propuso un plan de implementación de la metodología, enfocado en tres ejes principales: promover una cultura de gestión proyectos en la organización, implementar la metodología propuesta de forma planificada y que la misma se refuerce constantemente por medio de la mejora continua. El plan de implementación considera la necesidad de capacitar a los colaboradores de la empresa en conceptos básicos de gestión de proyectos y en la correcta aplicación de los procesos propuestos por la metodología.

RECOMENDACIONES

- **Objetivo general:** Proponer una metodología de gestión de la calidad que apoye la administración de proyectos de software en Avantica Technologies permitiendo desde una perspectiva preventiva mejorar la calidad de los productos y procesos.
 1. Se recomienda al director de la PMO, implementar a la mayor brevedad la metodología de gestión de la calidad propuesta en ésta investigación para corregir los principales problemas y cerrar las brechas que afectan la calidad en los proyectos que ejecuta la empresa.
 2. Se recomienda al director de la PMO, considerar la gestión de la calidad como elemento integral e inherente a la disciplina de la administración de proyectos y promover esta visión entre los directores de proyectos y los colaboradores de la empresa. Actualmente, la empresa se concentra principalmente en las líneas base del alcance, costo y tiempo pero descuida la calidad provocando así los problemas identificados en esta investigación entre los que se pueden mencionar: defectos, retrabajo, sobrecostos y baja productividad. La empresa debe desarrollar una gestión de la calidad preventiva, planificada y orientada a la mejora continua, tal y como lo recomiendan los estándares y buenas prácticas de la gestión de proyectos como la guía PMBOK. La implementación en la organización de la metodología propuesta en este trabajo es un buen primer paso en la dirección correcta para solucionar los problemas anteriormente mencionados.

3. En caso de que la metodología de gestión de la calidad propuesta en esta investigación sea efectiva, se recomienda al director de la PMO, convertirla en un estándar de la organización y establecer su uso obligatorio para todos los proyectos. Esto porque existe correlación entre la estandarización de los procesos de la administración de proyectos, la calidad y la madurez de la organización.
- **Objetivo 1:** Identificar las causas de los defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos de software de la empresa.
 1. Se recomienda a la gerencia general apoyarse en la PMO para trabajar inmediatamente en mejorar el nivel de madurez de la gestión de proyectos. Actualmente, Avantica Technologies tiene un nivel dos de madurez y se caracteriza por tener procesos informales de gestión de proyectos que impactan negativamente la calidad de los proyectos. Alcanzar, por ejemplo, un nivel tres de madurez le permitirá contar con procesos de administración de proyectos estandarizados, con baja variabilidad, orientados a la prevención, los cuales son características que promueven la mejora de la calidad de los proyectos, productos y entregables. Implementar la metodología de gestión de la calidad propuesta en esta investigación permitirá eliminar defectos existentes en los procesos de gestión de proyectos y mejorar la madurez de la organización.
 2. Al director de la PMO, coordinar e implementar capacitaciones dirigidas a los equipos de proyectos en temas relacionados con la administración de proyectos en general, y en gestión de la calidad en particular como: planificación de la calidad, aseguramiento de la calidad, control de la calidad, mejora continua, entre otros. Para esto se puede apoyar en el departamento de recursos humanos, específicamente en la unidad de capacitaciones de la empresa. Adicionalmente, se puede incluir estos temas para que sean evaluados como parte del proceso de promoción (*career path*) con el objetivo de garantizar que todos los colaboradores involucrados en proyectos comprendan la importancia de la disciplina de gestión de proyectos y gestión de la calidad en el éxito y madurez de la empresa.
 3. Se recomienda al director de la PMO, coordinar la capacitación del personal en las buenas prácticas de la ingeniería de software orientadas a la calidad tales como: pruebas automatizadas de software, revisión automatizada de código, inspección continua, integración continua, programación en parejas, revisión de código por parte de compañeros del equipo, entre otros. Para lograr este objetivo se debe apoyar en la unidad de capacitaciones de la empresa. Estas buenas prácticas se pueden incorporar como temas obligatorios que deben ser evaluados en el proceso de promociones de la empresa (*career path*) para garantizar que todos los colaboradores los dominan. Adicionalmente, se puede aprovechar la experiencia de los líderes técnicos de la empresa para que evangelicen sobre las buenas prácticas de la ingeniería de software a través de talleres, artículos, prácticas, casos de estudio, auditorías, exposiciones, entre otros.

- **Objetivo 2:** Evaluar los procesos de la gestión de proyectos de la empresa identificando las principales brechas relacionadas a la calidad que deben cerrarse por la metodología propuesta.
 1. Esta investigación se concentró en fortalecer los procesos de la gestión de proyectos que presentan brechas y que impactan directamente la calidad. Por eso, se recomienda a la dirección general, utilizar el análisis de madurez desarrollado en esta investigación para mejorar los procesos de la gestión de proyectos que presentan defectos y que no están directamente relacionados a la calidad. Dado que para el análisis de madurez se utilizó el PMMM, se pueden implementar las recomendaciones y buenas prácticas propuestas por ese modelo para mejorar los procesos. Para esto la empresa puede apoyarse en la experiencia de los directores de proyectos para que propongan y desarrollen un plan para mejorar la madurez de la empresa.
 2. Una vez que la metodología haya sido implementada en la empresa, se recomienda al director de la PMO, organizar y repetir el análisis de brechas (FODA) ejecutado en esta investigación, para verificar si éstas fueron cerradas en los procesos que impactan directamente la calidad. Los procesos defectuosos son: planificar la gestión de la calidad, realizar el aseguramiento la calidad, controlar la calidad, recopilar los requisitos, cerrar el proyecto o fase y realizar el control integrado de los cambios.
- **Objetivo 3:** Proponer una estrategia de implementación de la metodología en la empresa.
 1. Se recomienda al director de la PMO, recopilar información durante el proceso de adopción e implementación de la metodología de gestión de la calidad que permita identificar si efectivamente la calidad de los proyectos presenta mejoras. La información que debe registrarse incluye (pero no se limita a): densidad de defectos, porcentajes de retrabajo, acumulación de deuda técnica, productividad de los equipos, costos de calidad, satisfacción de los clientes, grado de adhesión a los procesos propuestos por la metodología, grado de implementación de las buenas prácticas recomendadas por la metodología, desviaciones de las líneas base (alcance, costo tiempo), entre otros. Para esto se puede utilizar el mismo proceso, listas de verificación y plantillas que actualmente emplea la empresa para registrar la calidad de los proyectos. Así se facilitará el registro y estandarización de las métricas que deben ser recopiladas por todos los proyectos para un posterior análisis y comparación. De ésta forma se podrá determinar el impacto positivo o negativo de la implementación de la metodología de gestión de la calidad propuesta por esta investigación.

2. Se recomienda al director de la PMO, implementar auditorías periódicas sobre la metodología de la gestión de la calidad propuesta con el objetivo de asegurar su correcta aplicación y así favorecer la mejora continua de la misma. La única forma de obtener los beneficios de la metodología es garantizar que se siguen correctamente los procesos que la componen, por eso las auditorías son cruciales y es un costo que debe asumir Avantica Technologies. La organización se puede apoyar en la experiencia de los directores de proyectos, el departamento financiero y los expertos en QA de la empresa para definir la regularidad de aplicación, costos asociados, planificar y ejecutar las auditorías.
3. Para que el proceso de implementación tenga éxito y se garantice la aplicación consistente de la metodología de gestión de la calidad, se recomienda al director de la PMO, obtener el apoyo de la alta gerencia, el involucramiento de los colaboradores de la empresa y trabajar en cambiar la cultura organizacional reactiva, por una visión orientada a la planificación, prevención y la mejora continua. Esto se puede lograr por medio de capacitaciones, el desarrollo de campañas informativas, involucrando a los empleados para que conozcan la visión, misión, valores y objetivos estratégicos de la empresa. Se debe iniciar un proceso de difusión sobre temas relacionados a la de gestión de proyectos para que todos los colaboradores de la empresa conozcan acerca de las recomendaciones y buenas prácticas de la disciplina de gestión de proyectos, muchas de las cuales están orientadas a cambiar la visión reactiva por una preventiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Avantica Technologies (2015). Software Services. San José, Costa Rica. Recuperado de <http://www.avantica.net/software-services>.
- Avantica Technologies (2016). *Avantica's Project Delivery Methodology*. Recuperado de: <https://confluencece.avantica.net:8443/confluence/display/AVANTESE/Methodology>.
- Barrantes, R. (1999). Investigación un camino al conocimiento, un enfoque cuantitativo y cualitativo. San José: EUNED.
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W., Fowler, M., Grenning, J., Highsmith, J., Hunt, A., Jeffries, R., Kern, J., Marick, B., Martin, R. C., Mellor, S., Schwaber, K., Sutherland, J. & Thomas, D. (2001). *Manifesto for Agile Software Development Manifesto for Agile Software Development*.
- Chemuturi, M. (2010). *Mastering Software Quality Assurance: Best Practices, Tools and Techniques for Software Developers*. J. Ross Publishing.
- Chrissis, M. B., Konrad, M., & Shrum, S. (2011). *CMMI for development: guidelines for process integration and product improvement*. Pearson Education.
- Crawford, K. (2015). *Project Management Maturity Model*. Florida, USA: CRC Press.
- Davis, C. (2015). *Agile Metrics in Action: Measuring and Enhancing the Performance of Agile Teams*. Manning Publications.
- Eyssautier de la Mora, M. (2006). *Metodología de la investigación: desarrollo de la inteligencia*. México D.F. Thomson Learning Iberoamérica.
- Fahrenkrog, S., Abrams, F., Haeck, W., & Whelbourn, D. (2003, June). *Project Management Institute's Organizational project management maturity model (OPM3)*. In Proceedings of PMI North American Congress, Baltimore, MD.
- Fowler, M (2009). *Flaccid Scrum*. Obtenido de: <https://martinfowler.com/bliki/FlaccidScrum.html>
- Highsmith, J. (2002). *Agile Software Development Ecosystems*. Addison-Wesley Professional.
- IEEE. (2008a). *829-2008 - IEEE Standard for Software and System Test Documentation*. IEEE Computer Society Press.
- IEEE. (2008b). *1028-2008 - IEEE Standard for Software Reviews and Audits*. IEEE Computer Society Press.
- IEEE. (2009). *1044-2009 - IEEE Standard Classification for Software Anomalies*. IEEE Computer Society Press.
- IEEE. (2009). *1008-1987 - IEEE Standard for Software Unit Testing*. IEEE Computer Society Press

- IEEE. (2012). *1012-2012 - IEEE Standard for Software Verification and Validation*. IEEE Computer Society Press.
- IEEE. (2014a). *730-21014. - IEEE Standard for Software Quality Assurance Processes*. IEEE Computer Society Press.
- IEEE. (2014b). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK)*. IEEE Computer Society Press.
- ISO/IEC. (1999). *ISO/IEC 9000:2000 Quality management systems -- Fundamentals and vocabulary*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2011). *ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- System and software quality models*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- ISO/IEC. (2013). *ISO/IEC 15026:2013 Systems and software engineering -- Systems and software assurance*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Jones, C., & Bonsignour, O. (2011). *The economics of software quality*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Kan, S. H. (2002). *Metrics and models in software quality engineering*. Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc.
- Kerzner, H. (2011). *Using the project management maturity model: strategic planning for project management*. John Wiley & Sons.
- Kitchenham, S. L., Pfleeger (1996). *Software Quality: The Elusive Target*. IEEE Software,13(1), 12-21.
- Lledó, P. (2013). *Director de Proyectos: cómo aprobar el examen PMP sin morir en el intento*. Pablolledo.com LLC.
- Nicollette, D. (2015). *Software Development Metrics*. Manning Publications.
- Project Management Institute. (2013a). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos*. Newtown Square, Pensilvania 19073-3299 USA: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2013b). *Software Extension to the PMBOK Guide Fifth Edition*. Newtown Square, Pensilvania 19073-32299 USA.: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2013c). *Organizational project management maturity model (OPM3) : knowledge foundation*. Newtown Square, Pensilvania 19073-32299 USA.: Project Management Institute, Inc.
- Project Management Institute. (2014). *Implementing organizational project management: a practice*

- guide*. Newtown Square, Pensilvania 19073-32299 USA.: Project Management Institute, Inc.
- Quesada, D. (2016, Setiembre 7). Correo electrónico.
- Rubin, K. (2012). *Essential Scrum: A Practical Guide to the Most Popular Agile Process*. Addison-Wesley Signature Series.
- Schlichter, John. (1999). *Surveying project management capabilities*. PM Network. 13 (4), 1-3.
- Schlichter, John. (2001). *PMI's Organizational Project Management Maturity Model*. Project Manager Today.
- ScrumStudy (2016). *A Guide to the Scrum Body of Knowledge (SBOK Guide)*. VMEdU, Inc.
- Shaffer, S. (2013). *A Brief Introduction to Software Development and Quality Assurance Management*. S.C. Shaffer Publications.
- Solís, V. (2016, Agosto 28). Comunicación personal.
- Solís, V. (2016, Setiembre 9). Entrevista personal.
- Sutherland, J (2006). *Why Gantt Charts Were Banned in the First Scrum*. Scrum Inc. Obtenido de: <https://www.scruminc.com/why-gantt-charts-were-banned-in-first/>
- Sutherland, J., & Ahmad, N. (2011). “*How a Traditional Project Manager Transforms to Scrum: PMBOK vs Scrum*”. Scrum Inc.
- Sutherland, J. (2014). *Scrum: The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. Crown Business.
- Voas, J. (2003). *Assuring Software Quality Assurance*. IEEE Software, 20(3), 48-49.

APÉNDICES

Apéndice 1. Entrevista guiada. Situación actual de la gestión de proyectos.

El propósito de la siguiente entrevista guiada es determinar y evaluar la situación actual de la gestión de proyectos en la empresa Avantica Technologies de acuerdo a las buenas prácticas y recomendaciones de la disciplina. Marque con una equis la opción que responde de forma más adecuada a cada pregunta.

Gestión de la integración

1. ¿Siempre se desarrolla un acta de constitución del proyecto?.

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| a-) Definitivamente no | d-) La mayoría de las veces |
| b-) Pocas veces | e-) Definitivamente sí |
| c-) Parcialmente | |

2. ¿Para todo proyecto se desarrolla un plan para la dirección del proyecto?.

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| a-) Definitivamente no | d-) La mayoría de las veces |
| b-) Pocas veces | e-) Definitivamente sí |
| c-) Parcialmente | |

3. ¿Se ejecuta un correcto control integrado de los cambios?.

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| a-) Definitivamente no | d-) La mayoría de las veces |
| b-) Pocas veces | e-) Definitivamente sí |
| c-) Parcialmente | |

4. ¿Existen estándares y procesos para ejecutar el correcto cierre del proyecto y sus fases?.

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| a-) Definitivamente no | d-) La mayoría de las veces |
| b-) Pocas veces | e-) Definitivamente sí |
| c-) Parcialmente | |

5. ¿Se sigue, revisa e informa el avance del proyecto a fin de cumplir con los objetivos de desempeño definidos en el plan para la dirección del proyecto?

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| a-) Definitivamente no | d-) La mayoría de las veces |
| b-) Pocas veces | e-) Definitivamente sí |
| c-) Parcialmente | |

6. ¿Se gestiona y dirige adecuadamente el trabajo del proyecto para alcanzar los objetivos del proyecto, producir los entregables y cumplir con el trabajo planificado. Se capacita y dirige a los miembros del equipo. Se obtiene, gestiona y utiliza eficientemente los recursos, incluidos materiales, herramientas, equipos e instalaciones?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿La empresa selecciona, prioriza y organiza los proyectos de acuerdo a los objetivos estratégicos de la organización?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Existe una metodología de gestión de proyectos definida y conocida por todos los directores de proyectos y colaboradores de la empresa?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9. ¿Se recopilan y documentan las lecciones aprendidas?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10. ¿Se implementan las actividades aprobadas para la mejora de los procesos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión del alcance

1. ¿Para todo proyecto se define una línea base del alcance?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Para todo proyecto se construye una EDT?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿La empresa cuenta con un proceso estándar para la recolección y documentación de requisitos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4. ¿La empresa cuenta con un proceso definido para validar el alcance de los proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5. ¿Se realiza un adecuado control del alcance de los proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6. ¿Se tienen documentados los requisitos recurrentes y comunes a todos los proyectos para apoyar en la identificación de los requisitos de nuevos proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿Se asignan responsables a cada entregable y paquete de trabajo del alcance?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Se realiza una correcta trazabilidad de los requisitos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9. ¿Se definen criterios de aceptación claros, medibles y consensuados para los requisitos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10. ¿En la definición del alcance se indica claramente los supuestos, restricciones y el impacto producto de su incumplimiento?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión del tiempo

1. ¿Todo proyecto desarrolla un plan de gestión del cronograma?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Todo proyecto tiene un cronograma bien definido?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿Se realiza un adecuado control de la línea base del tiempo en los proyectos?
- a-) Definitivamente no d-) La mayoría de las veces
b-) Pocas veces e-) Definitivamente sí
c-) Parcialmente
4. ¿La empresa cuenta con proceso estándar para desarrollar el cronograma?
- a-) Definitivamente no d-) La mayoría de las veces
b-) Pocas veces e-) Definitivamente sí
c-) Parcialmente
5. ¿El cronograma refleja e identifica claramente los entregables del proyecto?
- a-) Definitivamente no d-) La mayoría de las veces
b-) Pocas veces e-) Definitivamente sí
c-) Parcialmente
6. ¿El cronograma es de fácil acceso y consulta para todos los involucrados del proyecto?
- a-) Definitivamente no d-) La mayoría de las veces
b-) Pocas veces e-) Definitivamente sí
c-) Parcialmente
7. ¿Se realizan reuniones periódicas para revisar el estado del cronograma del proyecto?
- a-) Definitivamente no d-) La mayoría de las veces
b-) Pocas veces e-) Definitivamente sí
c-) Parcialmente
8. ¿La ruta crítica del proyecto está claramente identificada y gestionada?
- a-) Definitivamente no d-) La mayoría de las veces
b-) Pocas veces e-) Definitivamente sí
c-) Parcialmente
9. ¿Existen procesos estándares para definir y secuenciar las actividades del proyecto?
- a-) Definitivamente no d-) La mayoría de las veces
b-) Pocas veces e-) Definitivamente sí
c-) Parcialmente

10. ¿Existen procesos estándar para la estimación de la duración y costo de las actividades del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión de los costos

1. ¿Se realiza una correcta administración de las reservas de gestión y contingencia?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Para todo proyecto se define una línea base del costo?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿Se realiza un adecuado control de la línea base del costo?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4. ¿Existen estándares definidos para desarrollar y determinar el presupuesto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5. ¿Se integra correctamente la gestión del costo con la gestión de las demás áreas del conocimiento?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6. ¿Se toman en consideración los intereses y requisitos de los interesados del proyecto al gestionar los costos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿Se utilizan la base de datos de conocimientos y lecciones aprendidas de proyectos anteriores como insumo para definir los costos y el presupuesto de nuevos proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Para todo proyecto se desarrolla un plan para la gestión de los costos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9. ¿Todo proyecto efectúa una correcta gestión y análisis del valor ganado?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10. ¿Se elabora un presupuesto similar para todos los proyectos desde el punto de vista de estructura, contenidos, grado de detalle, nivel de precisión, entre otros, para que los presupuestos sean consistentes y comparables entre proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión de la calidad

1. ¿Se utilizan las siete herramientas básicas de la gestión de la calidad: diagramas de causa-efecto, diagramas de flujo, hojas de verificación, diagramas de pareto, histogramas, diagramas de control y diagramas de dispersión?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Los directores de proyectos aplican y están comprometidos con la mejora continua de la calidad?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3-) ¿La empresa recolecta métricas de aseguramiento de la calidad de proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4-) ¿La gestión de la calidad es preventiva?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5-) ¿Los entregables, productos y servicios del proyecto siempre son entregados cumpliendo con el alcance, costo y tiempo para satisfacción de los interesados?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6-) ¿Los interesados del proyecto siempre están satisfechos con la calidad del proyecto y los productos que genera?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7-) ¿Se integra la gestión de la calidad con el resto de áreas del conocimiento de la gestión de proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8-) ¿Existe una base de conocimiento de lecciones aprendidas de proyectos relativos a la gestión de la calidad?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9-) ¿Existe un adecuado proceso de aseguramiento que audite los requisitos de calidad y los resultados a partir de medidas de control de calidad?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10-) ¿Existe un adecuado proceso de control de calidad donde se monitorea y se registran los resultados de la ejecución de las actividades de control de calidad, a fin de evaluar el desempeño y recomendar los cambios necesarios?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión de los recursos humanos

1. ¿La empresa invierte en mejorar las competencias, interacción entre los colaboradores y el entorno general de los equipos, para lograr un mejor desempeño en los proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Los equipos de proyecto están capacitados en las prácticas y procesos de la gestión de proyectos y las aplican consistentemente?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿Los equipos tienen acceso a la base de conocimiento de gestión de proyectos de la empresa y aplican las lecciones aprendidas de proyectos anteriores?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4. ¿Todos los directores de proyectos están capacitados para ejecutar una adecuada dirección del equipo del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5. ¿El equipo de proyecto tiene las capacidades y habilidades necesarias para completar las actividades del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6. ¿La organización utiliza y mantienen un sistema formal para evaluar el desempeño de los colaboradores y apoyarlos en reforzar aquellas áreas en las que se detectan deficiencias?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿Los directores de proyectos tienen capacidades para desarrollar equipos de alto desempeño y reciben capacitación para desarrollar las habilidades blandas requeridas para la administración de proyectos: liderazgo, comunicación, negociación, solución de conflictos, entre otros?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Se tiene identificado cuáles son los recursos críticos en la organización y cuál es el impacto de su sobreasignación?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9. ¿Se definen los cronogramas para la adquisición y liberación del personal requerido para el proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10. ¿Existen planes y políticas para los programas de reconocimiento y recompensas?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión de las comunicaciones

1. ¿Se monitorean y controlan las comunicaciones a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto para asegurar que se satisfagan las necesidades de información de los interesados del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Se sabe quién necesita qué información y quién está autorizado para acceder a ella?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿Está claramente definido dónde se almacena la información importante que debe comunicarse?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4. ¿Se conoce claramente el formato en que debe almacenarse la información?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5. ¿Está claramente definido el método de comunicación (push, pull, interactivo) para cada tipo de información e interesado?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6. ¿Existen estándares y políticas para la realización de reuniones de tal forma que sean efectivas?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿Existen procedimientos adecuados para compartir las lecciones aprendidas entre proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Existe un sistema corporativo centralizado y eficiente para la gestión de problemas e incidentes?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9. ¿Todo proyecto desarrolla un plan de gestión de las comunicaciones?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10. ¿Existen políticas, procesos y estándares de comunicación definidos dentro de la empresa y son conocidos por todos los interesados del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión de los riesgos

1. ¿Existen procesos adecuados para la identificación de los riesgos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Se realiza un análisis cuantitativo de los riesgos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿Se realiza un análisis cualitativo de los riesgos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4. ¿Se realiza una adecuada planificación de la respuesta a los riesgos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5. ¿Se realiza un adecuado control y seguimiento de los riesgos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6. ¿Se utiliza un catálogo de riesgos que apoye la identificación de los riesgos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿Cuenta la empresa con el personal cualificado para identificar y gestionar eficazmente los riesgos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Participan todas las personas claves en el proceso de identificación de los riesgos del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9. ¿Se desarrolla un plan para la gestión de los riesgos para todos los proyectos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10. ¿Se aborda la gestión de riesgos de manera proactiva, consistente y constante a lo largo del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión de las adquisiciones

1. ¿Se conocen y aplican adecuadamente los distintos tipos de contratos: precio fijo, costos reembolsables, tiempo y materiales?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Para cada adquisición se crean documentos donde se describe claramente el alcance (enunciado del trabajo)?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿Para cada adquisición se ejecuta un adecuado control y seguimiento?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4. ¿Existe un proceso y políticas estándar para obtener respuestas de los proveedores, seleccionarlos y adjudicarles el contrato?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5. ¿Existe un proceso y políticas estándar para llevar a cabo el cierre de las adquisiciones?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6. ¿Se analiza y evaluá la conveniencia de subcontratar alguno de los paquetes de trabajo de la EDT en función de los riesgos, supuestos y condicionantes del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿Todo proyecto desarrolla un plan de gestión de las adquisiciones?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Se controlan los trabajos subcontratados de igual forma que los trabajos realizados en la organización?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

9. ¿Existe un proceso de auditoría de las adquisiciones encaminado a identificar fortalezas y áreas de mejora en el proceso, desde la decisión de adquirir productos o servicios hasta el cierre de los contratos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

10. ¿Existe una lista actualizada de proveedores precalificados, conocidos y confiables que facilite el proceso de adquisiciones y garantice la calidad del servicio?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

Gestión de los interesados

1. ¿Se identifican claramente los interesados del proyecto?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

2. ¿Se utilizan técnicas y herramientas adecuadas para analizar a los interesados del proyecto (matrices: poder/interés, poder/influencia, influencia/impacto, etc)?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

3. ¿Existe una adecuada comunicación con los interesados para satisfacer sus necesidades y expectativas, abordar los incidentes en el momento en que ocurren y fomentar la participación adecuada de los interesados en las actividades del proyecto a lo largo del ciclo de vida del mismo?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

4. ¿Se monitorea y da seguimiento a las relaciones generales de los interesados del proyecto y se ajustan las estrategias y los planes para involucrar a los interesados?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

5. ¿Se identifica, documenta y da seguimiento al enfoque adecuado para cada interesado o grupo de interesados?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

6. ¿Se evaluó el modo en que los interesados clave pueden reaccionar o responder en diferentes situaciones, a fin de planificar cómo influir en ellos para mejorar su apoyo y mitigar los potenciales impactos negativos?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

7. ¿Se define la información a distribuir entre los interesados, incluidos el lenguaje, formato, contenido y nivel de detalle?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- c-) Parcialmente
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

8. ¿Se identifica y documenta los niveles de participación deseado y actual de los interesados clave, así como el momento adecuado y crucial del proyecto donde se necesitará su colaboración?

- a-) Definitivamente no
- b-) Pocas veces
- d-) La mayoría de las veces
- e-) Definitivamente sí

c-) Parcialmente

9. ¿Los directores de proyectos están capacitados para gestionar la participación de los interesados para incrementar el apoyo y minimizar la resistencia por parte de los interesados, aumentando significativamente las posibilidades de lograr el éxito del proyecto?

a-) Definitivamente no

d-) La mayoría de las veces

b-) Pocas veces

e-) Definitivamente sí

c-) Parcialmente

10. ¿Todo proyecto desarrolla un plan de gestión de los interesados?

a-) Definitivamente no

d-) La mayoría de las veces

b-) Pocas veces

e-) Definitivamente sí

c-) Parcialmente

Apéndice 2. Encuesta. Detección de defectos en la gestión de proyectos.

Puesto del encuestado:

Años de experiencia en gestión de proyectos:

Número de proyectos gestionados hasta la fecha:

El presente cuestionario tiene como objetivo conocer sus opinión y experiencias en relación a la gestión de proyectos y la calidad en Avantica Technologies. La información que usted brinde a través de este cuestionario es anónima y confidencial.

1. Indique cualquier tipo de certificación o estudio formal que posee referente a gestión de proyectos.
2. ¿Cómo calificaría la gestión de la calidad en los proyectos de Avantica Technologies?
 - a-) Preventiva
 - b-) Correctiva
 - c-) Ad hoc
 - d-) Inexistente
3. ¿Todos los proyectos que administra poseen un plan de gestión de la calidad?
4. ¿Se documentan detalladamente las lecciones aprendidas del proyecto relacionadas a la calidad?
5. ¿Todos los proyectos que gestiona aplican aseguramiento y control de la calidad?
6. ¿Cuáles de las siete herramientas básicas de la calidad (PMBOK) utiliza en sus proyectos?
7. ¿Cuales son los principales problemas respecto a la calidad desde la perspectiva del cliente?
8. En su opinión, ¿cuales son los problemas más comunes que impactan la calidad de los proyectos según su experiencia como director de proyectos en Avantica Technologies?. Para cada problema, indique al menos una causa, que a su criterio, lo produce.
9. Liste todos los procesos de la metodología de gestión de proyectos de Avantica Technologies, que a su criterio son defectuosos o requieren mejorarse.

10. A continuación se presenta una lista de buenas prácticas de desarrollo de software orientadas a la calidad. Marque con una equis todas las que usa en sus proyectos.

- | | |
|-----------------------------|---|
| a-) Revisión de código | h-) Auditoría de procesos |
| b-) Pruebas unitarias | i-) Reunión de retrospectivas |
| c-) Pruebas de integración | j-) Reunión de demostración |
| d-) Pruebas del sistemas | k-) Revisión automática de código |
| e-) Pruebas de aceptación | l-) Recolección y análisis de métricas de calidad |
| f-) Integración continua | m-) Proceso estandarizado de gestión de defectos |
| g-) Programación en parejas | n-) Refactorización de código |
| o-) Otras: _____ | |

11-) ¿Qué herramientas, técnicas o actividades considera lo ayudarían a reducir los defectos y el retrabajo? ¿Por qué no las realiza actualmente?

12-) ¿Qué técnicas o actividades considera que lo ayudarían a reducir la deuda técnicas en los proyectos de software que gestiona? ¿Por qué no las realiza actualmente?