

**MODELO DE DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE BAJO EL
MARCO DE BUENAS PRÁCTICAS DEL CMMI EN EL ÁREA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

HERMES FABIÁN NAVARRO OVALLE

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN, APLICACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE
BUCARAMANGA
2020**

**MODELO DE DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN DE SOFTWARE BAJO EL
MARCO DE BUENAS PRÁCTICAS DEL CMMI EN EL ÁREA DE SISTEMAS DE
INFORMACIÓN DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA**

HERMES FABIÁN NAVARRO OVALLE

**Trabajo en la modalidad de profundización como requisito para optar por el
título de la Maestría en Gestión, Aplicación y Desarrollo de Software**

Director:

Msc. DIEGO ALBERTO MEZA GONZÁLEZ

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA
FACULTAD DE INGENIERÍA
MAESTRÍA EN GESTIÓN, APLICACIÓN Y DESARROLLO DE SOFTWARE
BUCARAMANGA
2020**

RESUMEN

Este proyecto surge de una necesidad del departamento de tecnologías de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga de que sus proyectos de desarrollo de software apliquen estándares adoptados por la industria y sigan un marco de buenas prácticas con el fin de reducir los atrasos en los mismos y poder ofrecer calidad en sus productos de software a cada uno de sus clientes.

Dentro de los retos estratégicos de la UNAB 2019 – 2024 (Universidad Autónoma de Bucaramanga 2019), se encuentra la transformación digital, debido a esto, el proyecto cobra mucha importancia pues es necesario que los productos que se desarrollen para conseguir este reto tengan la mayor calidad y cumplan con los estándares que se exige actualmente en el mercado.

En este trabajo se realizó una evaluación del proceso de ingeniería de software del departamento de tecnologías de la información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga - UNAB basada en el modelo CMMI para desarrollo en su versión 1.3; esta evaluación se llevó a cabo empleando la metodología *SCAMPI* en cada una de las áreas de proceso del CMMI en su nivel 3. En base en la evaluación realizada, se determinó la brecha existente entre el proceso que se tiene actualmente en los proyectos de ingeniería de software y lo que propone el CMMI para desarrollo en el nivel 3. Se hace una presentación del estado y cumplimiento de cada una de las metas de las áreas de proceso que propone el CMMI en sus niveles 2 y 3. Para abordar esa brecha, se sugieren unos artefactos para cada una de las áreas del nivel 3 del CMMI, adicionalmente, se propone un modelo de desarrollo de software basado en el *framework scrum* complementado con herramientas que soporten este modelo. Por último, se propone un plan de trabajo para la implementación de las prácticas del CMMI en su nivel 3.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1 HISTORIA DEL CMMI.....	16
1.2 EVOLUCIÓN DEL CMMI	17
1.3 CMMI PARA EL DESARROLLO.....	17
1.4 ÁREAS DE PROCESO BASE Y LOS MODELOS CMMI.....	17
1.4.1 Componentes requeridos, esperados e informativos.....	18
1.5 NIVELES CMMI	19
1.5.1 Estructuras de las representaciones continua y por etapas.....	20
1.5.2 Niveles de capacidad:.....	22
1.5.3 Niveles de madurez.	24
1.5.4 Áreas de proceso.....	27
1.6 SCAMPI	32
1.6.1 ¿Qué es SCAMPI?	32
1.6.2 Clases de SCAMPI	33
1.7 SCRUM.....	34
1.7.1 Roles en Scrum	34
1.7.2 Proceso scrum	35
2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	38
2.1 ENFOQUE METODOLÓGICO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	38
2.1.1 Evaluación del estado actual	38
2.1.2 Recomendaciones	39
2.1.3 Propuesta de implementación.....	39
2.2 PARTICIPANTES	39
2.3 MUESTRA O UNIDAD DE ANÁLISIS.....	39
2.4 ELABORACIÓN, SELECCIÓN Y DESARROLLO DE INSTRUMENTOS	39

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	40
3.1 RESULTADO DE LA ENCUESTA	40
3.1.1 Categoría de gestión del proceso	40
3.1.2 Categoría de gestión de proyectos	46
3.1.3 Categoría de ingeniería	58
3.1.4 Categoría de soporte	73
3.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SCAMPI.....	81
3.2.1 Categoría de gestión del proceso	81
3.2.2 Categoría de gestión de proyectos	85
3.2.3 Categoría de ingeniería.	91
3.2.4 Categoría de soporte.	98
3.3 ANÁLISIS DE BRECHA	102
3.3.1 Categoría de gestión del proceso..	102
3.3.2 Categoría de gestión de proyectos..	105
3.3.3 Categoría de ingeniería.	109
3.3.4 Categoría de soporte.	113
3.4 MODELO DE DESARROLLO PROPUESTO.....	117
3.4.1 Planificación del proyecto (PP) con SCRUM..	124
3.4.2 Monitoreo y control del proyecto (PMC) con SCRUM.....	125
3.4.3 Gestión integrada del proyecto (IPM) con SCRUM.....	125
3.4.4 Gestión de riesgos (RSKM) con SCRUM. E.	126
3.4.5 Gestión de requerimientos (REQM) con SCRUM. E.....	127
3.4.6 Desarrollo de requerimientos (RD) con SCRUM.....	128
3.4.7 Solución técnica (TS) con SCRUM.	129
3.4.8 Integración del producto (PI) con SCRUM.	129
3.4.9 Verificación (VER) con SCRUM.....	130
3.4.10 Validación (VAL) con SCRUM.	131
3.5 PLAN DE TRABAJO PROPUESTO.....	131
4. CONCLUSIONES	146
5. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS	148

REFERENCIAS 149
ANEXOS 153

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Componentes CMMI	19
Figura 2. Estructura de representación continua y por etapas.....	21
Figura 3. Representación continua de las áreas de proceso	30
Figura 4. Representación por etapas de las áreas de proceso.....	30
Figura 5. Framework Scrum.....	35
Figura 6. Proceso sprint.....	36
Figura 7. Determinar oportunidades de mejora de procesos	41
Figura 8. Planificar e implementar actividades de mejora.....	42
Figura 9. Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las experiencias.....	43
Figura 10. Establecer activos de proceso	44
Figura 11. Establecer la capacidad de entrenamiento organizacional	45
Figura 12. Proveer el entrenamiento necesario	46
Figura 13. Establecer estimaciones	47
Figura 14. Desarrollar el plan de proyecto	48
Figura 15. Obtener el compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto	49
Figura 16. Monitorear el proyecto	50
Figura 17. Gestionar acciones correctivas.....	51
Figura 18. Establecer acuerdos con proveedores.....	52
Figura 19. Satisfacer los acuerdos con los proveedores	53
Figura 20. Utilizar el proceso definido del proyecto	54
Figura 21. Coordinar y colaborar con los interesados.....	55
Figura 22. Preparar la gestión de riesgos	56
Figura 23. Identificar y analizar los riesgos	57

Figura 24. Mitigar los riesgos	58
Figura 25. Gestionar los requerimientos	59
Figura 26. Desarrollar los requerimientos del producto	60
Figura 27. Desarrollar los requerimientos del cliente	61
Figura 28. Analizar y validar los requerimientos	62
Figura 29. Seleccionar soluciones	63
Figura 30. Desarrollar el diseño	64
Figura 31. Implementar el diseño del producto	65
Figura 32. Preparar la integración del producto	66
Figura 33. Asegurar la compatibilidad de las interfases.....	67
Figura 34. Ensamblar los componentes y entregar el producto	68
Figura 35. Preparar la verificación	69
Figura 36. Realizar revisiones de pares.....	70
Figura 37. Verificar artefactos seleccionados	71
Figura 38. Preparar la validación	72
Figura 39. Validar el producto o sus componentes	73
Figura 40. Establecer las líneas base	74
Figura 41. Monitorear y controlar cambios.....	75
Figura 42. Establecer la integridad	76
Figura 43. Evaluar objetivamente procesos y artefactos	77
Figura 44. Proveer realimentación objetivamente.....	78
Figura 45. Alineamiento de las actividades de medición y análisis.....	79
Figura 46. Proveer los resultados de la medición	80
Figura 47. Evaluación de alternativas	81
Figura 48. Resultado enfoque en procesos de la organización (OFP).....	82
Figura 49. Resultado definición de procesos de la organización (ODP)	83
Figura 50. Resultado formación en la organización (OT).....	84
Figura 51. Resultado planificación del proyecto (PP)	86
Figura 52. Resultado monitoreo y control del proyecto (PMC)	87
Figura 53. Resultado gestión de acuerdos con proveedores (SAM).....	88

Figura 54. Resultado gestión Integrada del proyecto (IPM)	89
Figura 55. Resultado gestión de riesgos (RSKM)	90
Figura 56. Resultado gestión de requerimientos (REQM)	91
Figura 57. Resultado desarrollo de requerimientos (RD)	93
Figura 58. Resultado solución técnica (TS)	94
Figura 59. Resultado integración del producto (PI)	95
Figura 60. Resultado verificación (VER)	96
Figura 61. Resultado validación (VAL)	97
Figura 62. Resultado gestión de la configuración (CM)	99
Figura 63. Resultado aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA)	100
Figura 64. Resultado de medición y análisis (MA)	101
Figura 65. Resultado análisis de decisiones y resoluciones (DAR)	102
Figura 66. Brecha categoría de gestión del proceso	103
Figura 67. Brecha categoría de gestión de proyectos	106
Figura 68. Brecha categoría de ingeniería	110
Figura 69. Brecha categoría de soporte	114
Figura 70. Modelo de desarrollo propuesto	121

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Niveles CMMI.....	22
Tabla 2. Áreas de procesos por categoría y nivel.....	28
Tabla 3. Áreas de proceso CMMI.....	31
Tabla 4. Fases y procesos Scampi.....	32
Tabla 5. Meta específica - determinar oportunidades de mejora de procesos.....	40
Tabla 6. Meta específica - Planificar e implementar actividades de mejora.....	41
Tabla 7. Meta específica - Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las experiencias.....	42
Tabla 8. Meta específica - Establecer activos de proceso.....	43
Tabla 9. Meta específica - Establecer la capacidad de entrenamiento organizacional.....	44
Tabla 10. Meta específica - Proveer el entrenamiento necesario.....	45
Tabla 11. Meta específica - Establecer estimaciones.....	46
Tabla 12. Desarrollar el plan de proyecto.....	47
Tabla 13. Obtener el compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto.....	48
Tabla 14. Meta específica - Monitorear el proyecto.....	49
Tabla 15. Meta específica - Gestionar acciones correctivas.....	50
Tabla 16. Meta específica - Establecer acuerdos con proveedores.....	51
Tabla 17. Meta específica - Satisfacer los acuerdos con los proveedores.....	52
Tabla 18. Meta específica - Utilizar el proceso definido del proyecto.....	53
Tabla 19. Meta específica - Coordinar y colaborar con los interesados.....	54
Tabla 20. Meta específica - Preparar la gestión de riesgos.....	55
Tabla 21. Meta específica - Identificar y analizar los riesgos.....	56
Tabla 22. Meta específica - Mitigar los riesgos.....	57
Tabla 23. Meta específica - Gestionar los requerimientos.....	58

Tabla 24. Meta especifica - Desarrollar los requerimientos del cliente	59
Tabla 25. Meta especifica - Desarrollar los requerimientos del producto.....	60
Tabla 26. Analizar y validar los requerimientos.....	61
Tabla 27. Meta especifica - Seleccionar soluciones	62
Tabla 28. Meta especifica - Desarrollar el diseño	63
Tabla 29. Meta especifica - Implementar el diseño del producto	64
Tabla 30. Meta especifica - Preparar la integración del producto	65
Tabla 31. Meta especifica - Asegurar la compatibilidad de las interfaces	66
Tabla 32. Meta especifica - Ensamblar los componentes y entregar el producto ..	67
Tabla 33. Meta especifica - Preparar la verificación	68
Tabla 34. Meta especifica - Realizar revisiones de pares.....	69
Tabla 35. Meta especifica - Verificar artefactos seleccionados	70
Tabla 36. Meta especifica - Preparar la validación	71
Tabla 37. Meta especifica - Validar el producto o sus componentes	72
Tabla 38. Meta especifica - Establecer las líneas base	73
Tabla 39. Meta especifica - Monitorear y controlar cambios.....	74
Tabla 40. Meta especifica - Establecer la integridad.....	75
Tabla 41. Meta especifica - Evaluar objetivamente procesos y artefactos.....	76
Tabla 42. Meta especifica - Proveer realimentación objetivamente	77
Tabla 43. Meta especifica - Alineamiento de las actividades de medición y análisis	78
Tabla 44. Meta especifica - Proveer los resultados de la medición	79
Tabla 45. Meta especifica - Evaluación de alternativas	80
Tabla 46. Herramientas software verificadas	122
Tabla 47. Planificación del proyecto (PP) con SCRUM	124
Tabla 48. Monitoreo y control del proyecto (PMC) con SCRUM.....	125
Tabla 49. Gestión integrada del proyecto (IPM) con SCRUM.....	126
Tabla 50. Gestión de riesgos (RSKM) con SCRUM.....	126
Tabla 51. Gestión de requerimientos (REQM) con SCRUM.....	127
Tabla 52. Desarrollo de requerimientos (RD) con SCRUM.....	128

Tabla 53. Solución técnica (TS) con SCRUM	129
Tabla 54. Integración del producto (PI) con SCRUM	130
Tabla 55. Verificación (VER) con SCRUM.....	130
Tabla 56. Validación (VAL) con SCRUM	131
Tabla 57. Prioridad y brecha de las áreas de proceso.....	132
Tabla 58. Product backlog propuesto	133
Tabla 59. Sprint backlog ODP.....	135
Tabla 60. Sprint backlog RSKM.....	136
Tabla 61. Sprint backlog PI.....	136
Tabla 62. Sprint backlog CM.....	137
Tabla 63. Sprint backlog VER.....	137
Tabla 64. Sprint backlog MA.....	138
Tabla 65. Sprint backlog PPQA	139
Tabla 66. Sprint backlog OFP	139
Tabla 67. Sprint backlog SAM.....	140
Tabla 68. Sprint backlog DAR.....	140
Tabla 69. Sprint backlog OT	141
Tabla 70. Sprint backlog TS.....	141
Tabla 71. Sprint backlog PP	142
Tabla 72. Sprint backlog IPM.....	143
Tabla 73. Sprint backlog PMC	143
Tabla 74. Sprint backlog VAL.....	144
Tabla 75. Sprint backlog REQM.....	145
Tabla 76. Sprint backlog RD	145

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO A. Encuesta realizada al equipo de sistemas de información.....	153
ANEXO B. Product Backlog.....	172
ANEXO C. Historias de usuario	173
ANEXO D. Documento de requerimientos de software	174
ANEXO E. Plan de pruebas de software	186
ANEXO F. Informe ejecución de pruebas de software.....	201
ANEXO G. Sprint Backlog	202
ANEXO H. Estructura de desglose del trabajo (EDT)	203
ANEXO I. Plan de gestión de riesgos	209
ANEXO J. Acta de constitución del proyecto	217
ANEXO K. Plan de dirección del proyecto	225
ANEXO L. Registro de lecciones aprendidas	240
ANEXO M. Reunión de retrospectiva.....	241

INTRODUCCIÓN

En el mundo actual, la industria del software cobra importancia en la transformación digital de las empresas, debido a la necesidad de que estas sean competitivas; es necesario que el software que se utilice para apalancar sus procesos cuente con la calidad necesaria para cumplir con las exigencias del mercado en el que operan dichas empresas, para cumplir con este objetivo, el proceso de ingeniería de software debe cumplir con altos estándares de calidad y es ahí donde el CMMI juega un papel importante, pues al seguir las prácticas sugeridas por este modelo, se asegura que el software desarrollado sea de calidad y cumpla con los requerimientos para los cuales fue desarrollado.

Este trabajo pretende asegurar la calidad en los proyectos de desarrollo de software que se ejecutan en el departamento de tecnologías de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

El objetivo general de este trabajo es diseñar una estrategia de buenas prácticas para el desarrollo e implementación de aplicaciones en el área de sistemas de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga siguiendo el marco de referencia CMMI-DEV 1.3 nivel 3.

Los objetivos específicos que se plantearon en el presente trabajo son:

- Determinar la brecha existente entre el proceso de desarrollo de software actual y el propuesto por el modelo CMMI-DEV 1.3 nivel 3 en el departamento de sistemas de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.
- Proponer procesos, formatos, guías y herramientas de software para soportar el proceso de implementación del modelo CMMI-DEV 1.3 nivel 3, en los procesos de desarrollo e implementación de software en el departamento de tecnologías de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

- Diseñar un plan de acción para abordar las propuestas del modelo CMMI-DEV 1.3 nivel 3, en la oficina de tecnologías de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Esté documento está dividido en capítulos, se inicia haciendo un recorrido de la historia del CMMI, sus componentes, niveles de capacidad y madurez, cada una de las áreas de proceso que componen el modelo con su respectiva categoría y nivel de madurez al cual pertenecen; seguido a esto, se hace explica la metodología *SCAMPI*, la cual se utiliza para realizar las evaluaciones de los procesos basados en el CMMI, como último ítem de este capítulo, se presenta el *framework SCRUM* que es sobre el cual se propone el modelo de desarrollo a adoptar en el departamento de tecnologías de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

En el segundo capítulo, se hace una descripción del enfoque metodológico empleado, los participantes, la muestra tomada para la investigación y la elaboración de los instrumentos empleados para realizar la investigación; en el tercer capítulo, se muestran los resultados de las encuestas realizadas, los resultados de la evaluación *SCAMPI*, seguido a esto, se presenta el análisis de la brecha resultante de la evaluación y por último, las recomendaciones y el plan de trabajo propuesto para la implementación del proceso.

Finalmente, en los capítulos 4 y 5, se presentan las conclusiones y las recomendaciones y trabajos futuros del presente trabajo.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 HISTORIA DEL CMMI

Dada la problemática del poco porcentaje de éxito en los proyectos de desarrollo de software, en el año 1984 es fundado el instituto de ingeniería de software – SEI por sus siglas en inglés (Software Engineering Institute), a través del financiamiento del departamento de defensa de los estados unidos, hoy en día este instituto es administrado por la universidad Carnegie Mellon.

Desde su creación en 1984 como un centro de investigación y desarrollo financiado por el gobierno federal patrocinado por el Departamento de Defensa de los EE. UU., El SEI ha entregado métodos, herramientas, algoritmos y marcos innovadores para satisfacer las necesidades actuales de software y ciberseguridad y proporcionar una fundación para proveer estas herramientas en el futuro. (History of Innovation at the SEI, sf)

En nuestro papel de líder de investigación, el SEI a menudo produce trabajo técnico que da frutos años después. Por ejemplo, nuestro trabajo pionero en arquitectura de software llevó a la comprensión aceptada hoy en día de que la arquitectura determina la calidad y la longevidad de un sistema de software. Y los expertos de SEI cerraron las brechas en la recopilación y análisis de datos de red mediante el desarrollo de un conjunto de herramientas de ciberseguridad y un sistema que ahora proporciona monitoreo y protección del tráfico en todas las redes federales. (History of Innovation at the SEI, sf)

“La misión de SEI es apoyar la defensa de la nación mediante el avance de la ciencia, las tecnologías y las prácticas necesarias para adquirir, desarrollar, operar y mantener sistemas de software que sean innovadores, asequibles, confiables y duraderos”. (What We Do, sf)

1.2 EVOLUCIÓN DEL CMMI

El modelo CMMI abarca distintas áreas de las organizaciones, la versión 1.3 de CMMI, ofrece tres modelos, CMMI-DEV, CMMI-ACQ y CMMI-SVC. Estos modelos CMMI® (Capability Maturity Model® Integration) son una colección de buenas prácticas cuyo objetivo es ayudar a las organizaciones a mejorar sus procesos. Estos modelos han sido desarrollados por equipos de producto con miembros procedentes de la industria, del gobierno y del Software Engineering Institute (SEI). (CMMI Product Team, 2010)

1.3 CMMI PARA EL DESARROLLO

CMMI para desarrollo es un modelo de referencia que cubre las actividades para desarrollar productos y servicios. Este modelo contiene prácticas que cubren la gestión de proyectos, de procesos, la ingeniería de sistemas, de hardware, de software y otros procesos de soporte utilizados en el desarrollo y mantenimiento de productos de software. (CMMI Product Team, 2010)

1.4 ÁREAS DE PROCESO BASE Y LOS MODELOS CMMI

Todos los modelos CMMI se generan a partir del marco CMMI. Todos los modelos CMMI contienen 16 áreas de proceso base. Estas áreas de proceso cubren los conceptos básicos que son fundamentales para la mejora de procesos en cualquier área de interés (es decir, adquisición, desarrollo, servicios). (CMMI Product Team, 2010)

1.4.1 Componentes requeridos, esperados e informativos. Los componentes del modelo se agrupan en tres categorías: requeridos, esperados e informativos, esta agrupación de componentes son los que nos dan una guía de cómo interpretarlos. (CMMI Product Team, 2010)

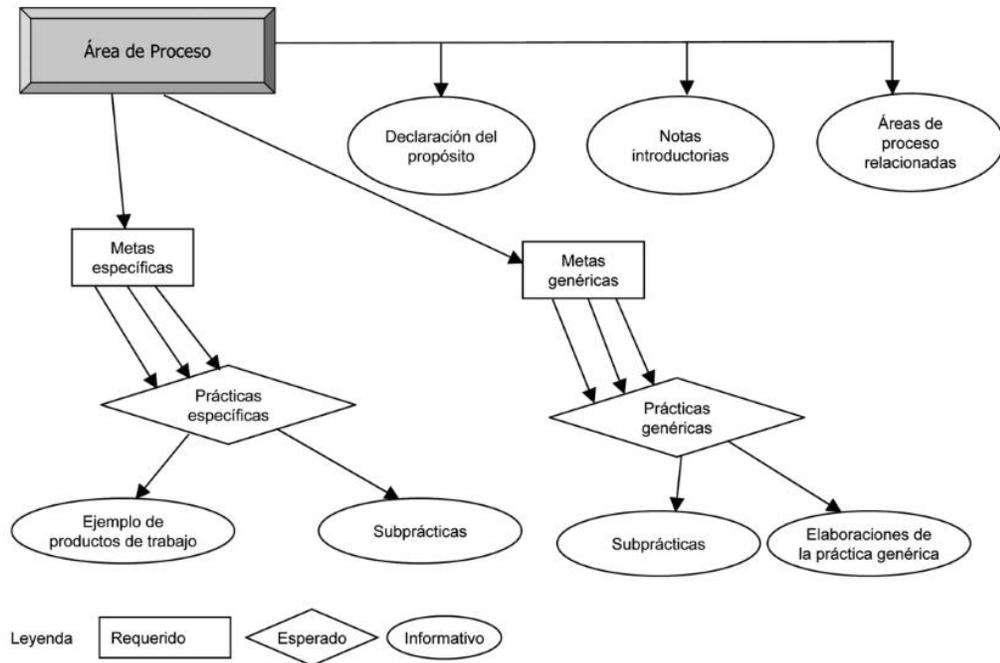
1.4.1.1 Componentes requeridos: Los componentes requeridos son los componentes CMMI esenciales para lograr la mejora de procesos en un área de proceso dada en la organización. Este logro se debe implementar visiblemente en los procesos de la organización. Los componentes requeridos en CMMI son las metas específicas y genéricas. La satisfacción de las metas se utiliza en las evaluaciones como base para determinar si un área de proceso ha sido satisfecha. (CMMI Product Team, 2010)

1.4.1.2 Componentes esperados: Los componentes esperados son los componentes CMMI que describen las actividades que son importantes para lograr un componente CMMI requerido. Estos componentes son los que brindan la orientación a las personas que implementan las mejoras y/o realizan evaluaciones en la organización. Adicionalmente, los componentes esperados son las prácticas específicas y genéricas que se deben aplicar a un proceso. Para que las metas puedan considerarse satisfechas, sus prácticas tal y como se describen, o prácticas alternativas aceptables, deben estar presentes en los procesos planificados e implementados de la organización. (CMMI Product Team, 2010)

1.4.1.3 Componentes informativos: Los componentes informativos son los que orientan a los usuarios del modelo a comprender los componentes CMMI requeridos y esperados. El material informativo juega un papel importante en la comprensión del modelo. Frecuentemente, es imposible describir adecuadamente el comportamiento requerido o esperado de una organización usando sólo una meta o la declaración de una práctica. El material informativo del modelo proporciona

información necesaria para lograr la correcta comprensión de las metas y prácticas y, por ello, no se puede ignorar (CMMI Product Team, 2010). En la figura 1, se pueden observar los componentes del modelo CMMI.

Figura 1. Componentes CMMI



Fuente: CMMI Product Team. (2010). CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033). Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9661>

1.5 NIVELES CMMI

Los niveles se utilizan en CMMI-DEV para describir el camino evolutivo que se recomienda a una organización que desee mejorar sus procesos de desarrollo de productos y servicios. Estos niveles también pueden ser el resultado de evaluaciones que se hayan aplicado a dichos procesos. Las evaluaciones aplicadas a los procesos se pueden realizar a una organización o a determinadas áreas o departamentos de esta. (CMMI Product Team, 2010)

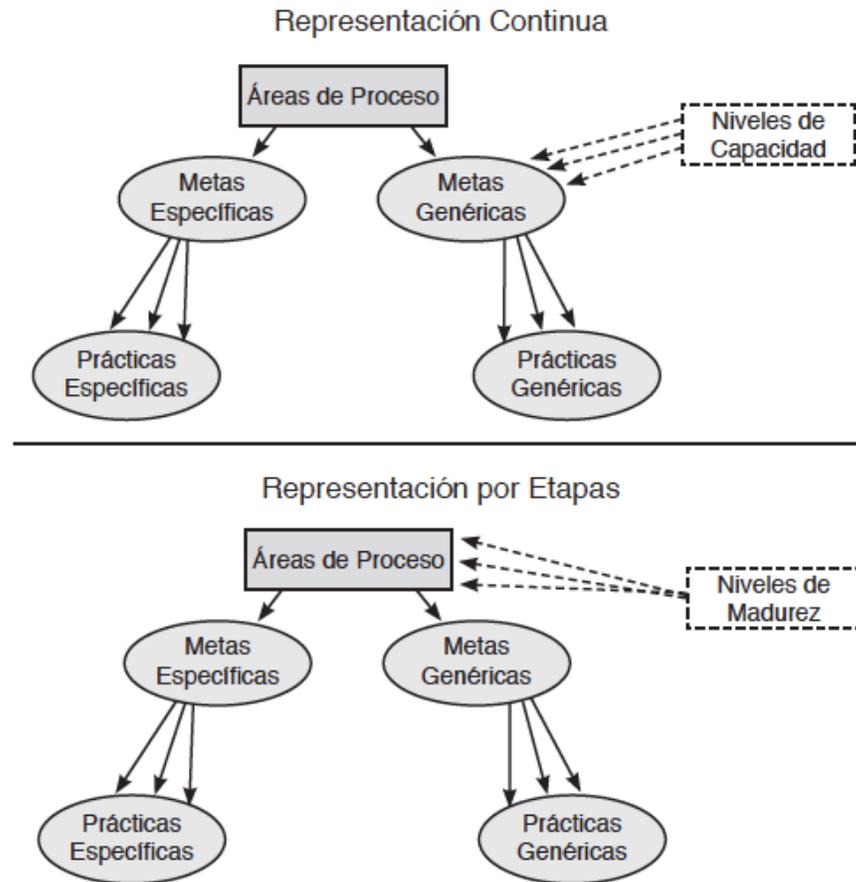
CMMI soporta dos caminos de mejora utilizando niveles. Un camino permite a las organizaciones mejorar de forma incremental y el otro camino permite a las organizaciones mejorar un conjunto de procesos relacionados tratando, de forma incremental, conjuntos sucesivos de áreas de proceso. (CMMI Product Team, 2010)

Estos dos caminos de mejora están asociados con los dos tipos de niveles: niveles de capacidad y niveles de madurez. Estos niveles corresponden a las dos aproximaciones de mejora de procesos denominadas "representaciones". Las dos representaciones se denominan "continua" y "por etapas." El uso de la representación continua permite alcanzar "niveles de capacidad". El uso de la representación por etapas permite alcanzar "niveles de madurez". (CMMI Product Team, 2010)

Para alcanzar un nivel particular, la organización debe satisfacer todas las metas del área de proceso o del conjunto de áreas de proceso que son objeto de la mejora independientemente de si es un nivel de capacidad o de madurez. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.1 Estructuras de las representaciones continua y por etapas: La figura 2 muestra las representaciones continuas y por etapas, en la representación por etapas son utilizados los niveles de madurez para caracterizar el estado de los procesos de la organización con respecto al modelo, mientras que en la representación continua se utilizan los niveles de capacidad para caracterizar el estado de los procesos de la organización con respecto a un área de proceso individual. (CMMI Product Team, 2010)

Figura 2. Estructura de representación continua y por etapas



Fuente: CMMI Product Team. (2010). CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033). Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9661>

Los niveles de capacidad se refieren al logro de la mejora de los procesos de una organización en las áreas de proceso individuales. Estos niveles son un medio para mejorar de forma incremental los procesos que corresponden a un área de proceso dada. Los cuatro niveles de capacidad se numeran del 0 al 3. (CMMI Product Team, 2010)

Los niveles de madurez se refieren al logro de la mejora de procesos de una organización en múltiples áreas de proceso. Estos niveles son un medio para mejorar los procesos correspondientes a un conjunto dado de áreas de proceso (es

decir, nivel de madurez). Los cinco niveles de madurez se numeran del 1 al 5. (CMMI Product Team, 2010)

La tabla 1 muestra los niveles de capacidad y los niveles de madurez, la diferencia es que los niveles de capacidad van del 0 al 3 y los niveles de madurez van del 1 al 5. (CMMI Product Team, 2010)

Tabla 1. Niveles CMMI

Nivel	Representación continua Niveles de capacidad	Representación por etapas Niveles de madurez
Nivel 0	Incompleto	
Nivel 1	Realizado	Inicial
Nivel 2	Gestionado	Gestionado
Nivel 3	Definido	Definido
Nivel 4		Gestionado cuantitativamente
Nivel 5		En optimización

Fuente: CMMI Product Team. (2010). CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033). Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9661>

1.5.2 Niveles de capacidad: Para brindar soporte a las organizaciones que utilizan la representación continua, los modelos de CMMI reflejan los cuatro niveles de capacidad en su diseño y contenido. Cada uno de estos cuatro niveles es una capa base para la mejora de los procesos en curso de la organización, estos niveles se nombran por los números del 0 al 3 (CMMI Product Team, 2010):

- 0 incompleto.
- 1 realizado.
- 2 gestionado.

- 3 definido.

Un nivel de capacidad es alcanzado por un área de proceso cuando se satisfacen todas las metas genéricas para dicho nivel (CMMI Product Team, 2010). A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los niveles de capacidad.

1.5.2.1 Nivel de capacidad 0: Incompleto: Un proceso incompleto que no se realiza o se realiza parcialmente, también se puede considerar que un proceso se encuentra incompleto cuando alguna de sus metas específicas no se satisface; tampoco hay metas genéricas definidas para este nivel, ya que no hay ninguna razón para institucionalizar un proceso realizado parcialmente. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.2.2 Nivel de capacidad 1: Realizado: Los procesos en nivel de capacidad 1, son aquellos procesos que han sido caracterizados como procesos realizados, un proceso realizado, es un proceso que lleva a cabo el trabajo necesario para producir uno o varios productos de trabajo; otra característica de un proceso en capacidad 1, es que se satisfacen las metas específicas del área de proceso. Las mejoras que se presentan en un nivel de capacidad 1 deben ser institucionalizadas, ya que pueden perderse en el tiempo y esto ayuda a que las mejoras se mantengan a lo largo del tiempo. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.2.3 Nivel de capacidad 2: Gestionado: Los procesos en nivel de capacidad 2, son aquellos que son caracterizados como procesos gestionados, un proceso gestionado es el proceso que se planifica y se ejecuta de acuerdo con la política definida por la organización; emplea personal calificado que debe contar con los recursos adecuados para producir resultados controlados, involucra a todas las partes interesadas y relevantes para el proceso, se monitorea, controla y revisa,

adicionalmente, se evalúa la adherencia frente a la descripción de su proceso. La disciplina de un proceso en el nivel de capacidad 2 ayuda a asegurar que las prácticas existentes se mantienen en periodos de mayor presión. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.2.4 Nivel de capacidad 3: Definido: Los procesos en nivel de capacidad 3, son aquellos caracterizados como procesos definidos, un proceso definido es un proceso gestionado que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo con las guías de adaptación de la organización; tiene una descripción de proceso que se mantiene y que contribuye a los activos de proceso de la organización con experiencias relativas a procesos (CMMI Product Team, 2010)

1.5.3 Niveles de madurez. Con el fin de brindar soporte a las organizaciones que utilizan la representación por etapas, todos los modelos CMMI reflejan niveles de madurez en su diseño y contenido. Cada uno de estos niveles consta de prácticas específicas y genéricas relacionadas para un conjunto definido de áreas de proceso que mejoran el rendimiento global de la organización. Los niveles de madurez son una base para las mejoras del proceso en curso; estos se denominan por los números del 1 al 5 (CMMI Product Team, 2010):

1. Inicial.
2. Gestionado.
3. Definido.
4. Gestionado cuantitativamente.
5. En optimización.

A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los niveles de madurez:

1.5.3.1 Nivel de madurez 1: Inicial: En el nivel de madurez 1, los procesos de la organización generalmente son ad hoc y caóticos. La organización generalmente no da un soporte estable a sus procesos. El éxito en estas organizaciones depende de la competencia y la heroicidad del personal de la organización y no del uso de procesos probados.

A pesar de este caos, las organizaciones de nivel de madurez 1 a menudo producen productos y servicios que funcionan, pero, sin embargo, exceden con frecuencia el presupuesto y los plazos planificados. Este tipo de organizaciones generalmente se comprometen excesivamente y en momentos críticos, abandonan sus procesos, difícilmente son capaces de repetir sus éxitos. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.3.2 Nivel de madurez 2: Gestionado: En el nivel de madurez 2, se garantiza que en los proyectos que se ejecutan en la organización, los procesos se planifican y ejecutan de acuerdo con las políticas establecidas por la misma; los proyectos emplean personal calificado que dispone de recursos adecuados para producir resultados controlados; se involucra a todas las áreas interesadas; se monitorean, controlan y revisan; y se evalúan en cuanto a la adherencia a sus descripciones de proceso. La disciplina de proceso reflejada por el nivel de madurez 2 ayuda a asegurar que las prácticas existentes se mantienen durante periodos bajo presión. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.3.3 Nivel de madurez 3: Definido: En el nivel de madurez 3, los procesos de la organización se encuentran bien caracterizados y comprendidos, se describen en estándares, procedimientos, herramientas y métodos. El conjunto de procesos estandarizados en la organización, son la base del nivel de madurez 3, se establecen y se mejoran a lo largo del tiempo. Los proyectos establecen sus procesos definidos adaptando el conjunto de procesos estándar de la organización de acuerdo con las guías de adaptación. En el nivel de madurez 3 la organización mejora, aún más, sus procesos relacionados con las áreas de proceso del nivel de

madurez 2. Para lograr el nivel de madurez 3, se aplican las prácticas genéricas asociadas con la meta genérica 3 que no fueron tratadas en el nivel de madurez 2. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.3.4 Nivel de madurez 4: Gestionado cuantitativamente: En el nivel de madurez 4, la organización y los proyectos establecen objetivos cuantitativos para la calidad y el rendimiento del proceso, y estos son utilizados como criterios en la gestión de los proyectos. Los objetivos cuantitativos se basan en las necesidades del cliente, usuarios finales, organización e implementadores del proceso. La calidad y el rendimiento del proceso se interpretan en términos estadísticos y se gestionan durante la vida de los proyectos. (CMMI Product Team, 2010)

Para los subprocesos seleccionados, se recogen y se analizan estadísticamente medidas específicas del proceso. Cuando se seleccionan subprocesos para su análisis, es crítico comprender las relaciones entre diferentes subprocesos y su impacto en la consecución de los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso. Este enfoque ayuda a asegurar que la monitorización de subprocesos usando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas se aplica donde tiene más valor global para el negocio. Las líneas base y los modelos de rendimiento del proceso pueden usarse para ayudar a establecer los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso que ayuden a lograr los objetivos de negocio. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.3.5 Nivel de madurez 5: En optimización: En el nivel de madurez 5, la organización mejora continuamente sus procesos basándose en una comprensión cuantitativa de sus objetivos de negocio y necesidades de rendimiento. La organización utiliza un enfoque cuantitativo para comprender la variación inherente en el proceso y las causas de los resultados del proceso. (CMMI Product Team, 2010)

El nivel de madurez 5 se centra en mejorar continuamente el rendimiento de los procesos mediante mejoras incrementales e innovadoras de proceso y de tecnología. Los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso de la organización se establecen, se modifican continuamente para reflejar cambios en los objetivos del negocio y en el rendimiento de la organización, y se utilizan como criterios para gestionar la mejora de procesos. Los efectos de las mejoras de procesos desplegadas se miden utilizando técnicas estadísticas y otras técnicas cuantitativas, y se comparan con los objetivos de calidad y de rendimiento del proceso. Los procesos definidos del proyecto, el conjunto de procesos estándar de la organización y la tecnología de soporte, son objeto de actividades de mejora medibles. (CMMI Product Team, 2010)

1.5.4 Áreas de proceso. Las áreas de proceso son grupos de prácticas relacionadas que, cuando se implementan conjuntamente, satisfacen un conjunto de metas consideradas importantes para mejorar dicha área (CMMI Product Team, 2010). A continuación, se listan las 22 áreas de proceso propuestas por el CMMI:

- Análisis Causal y Resolución (CAR).
- Gestión de Configuración (CM).
- Análisis de Decisiones y Resolución (DAR).
- Gestión Integrada del Proyecto (IPM).
- Medición y Análisis (MA).
- Definición de Procesos de la Organización (OPD).
- Enfoque en Procesos de la Organización (OPF).
- Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM).
- Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP).
- Formación en la Organización (OT).
- Integración del Producto (PI).
- Monitorización y Control del Proyecto (PMC).

- Planificación del Proyecto (PP).
- Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA).
- Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM).
- Desarrollo de Requisitos (RD).
- Gestión de Requisitos (REQM).
- Gestión de Riesgos (RSKM).
- Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM).
- Solución Técnica (TS).
- Validación (VAL).
- Verificación (VER).

En la siguiente tabla se pueden observar las diferentes áreas de proceso de CMMI agrupadas por categoría de proceso y su nivel.

Tabla 2. Áreas de procesos por categoría y nivel

Gestión del proceso	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Enfoque en Procesos de la Organización (OPF).		X		
Definición de Procesos de la Organización (OPD).		X		
Formación en la Organización (OT).		X		
Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP).			X	
Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM).				X

Gestión de proyectos	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Planificación del Proyecto (PP).	X			
Monitorización y Control del Proyecto (PMC).	X			
Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM).	X			
Gestión Integrada del Proyecto (IPM).		X		
Gestión de Riesgos (RSKM).		X		
Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM).			X	

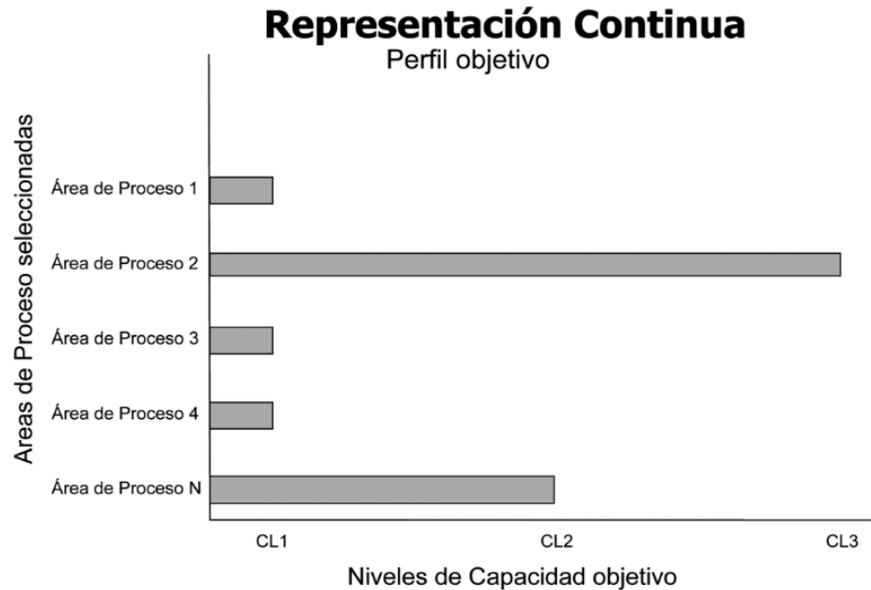
Ingeniería	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Gestión de Requisitos (REQM).	X			
Desarrollo de Requisitos (RD).		X		
Solución Técnica (TS).		X		
Integración del Producto (PI).		X		
Verificación (VER).		X		
Validación (VAL).		X		

Sonorte	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
Gestión de Configuración (CM).	X			
Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA).	X			
Medición y Análisis (MA).	X			
Análisis de Decisiones y Resolución (DAR).		X		
Análisis Causal y Resolución (CAR).				X

Fuente: Elaboración propia

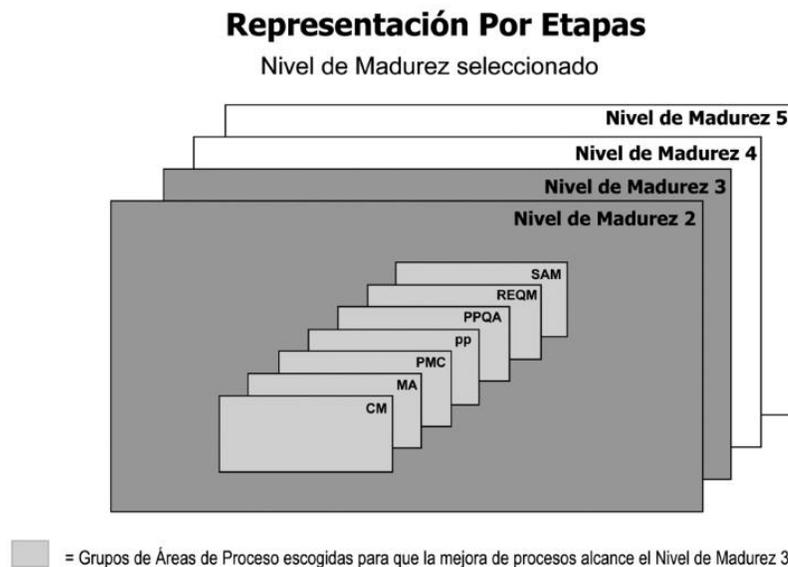
Las áreas de proceso se visualizan de forma diferente en las dos representaciones. En las figuras 3 y 4 se muestran los puntos de vista de cómo se usan las áreas de proceso en la representación continua y en la representación por etapas. (CMMI Product Team, 2010)

Figura 3. Representación continua de las áreas de proceso



Fuente: CMMI Product Team. (2010). CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033). Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9661>

Figura 4. Representación por etapas de las áreas de proceso



Fuente: CMMI Product Team. (2010). CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033). Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9661>

Para dar soporte a aquellos que utilizan la representación continua, las áreas de procesos se organizan en cuatro categorías: Gestión de Procesos, Gestión de Proyectos, Ingeniería y Soporte (CMMI Product Team, 2010). La tabla 3 proporciona una lista de las áreas de proceso de CMMI-DEV con sus respectivas categorías y niveles de madurez asociados.

Tabla 3. Áreas de proceso CMMI

Área de Proceso	Categoría	Nivel de Madurez
Análisis Causal v Resolución (CAR)	Soporte	5
Gestión de Configuración (CM)	Soporte	2
Análisis de Decisiones v Resolución (DAR)	Soporte	3
Gestión Integrada del Proyecto (IPM)	Gestión de proyectos	3
Medición v Análisis (MA)	Soporte	2
Definición de Procesos de la Organización (OPD)	Gestión de procesos	3
Enfoque en Procesos de la Organización (OPF)	Gestión de procesos	3
Gestión del Rendimiento de la Organización (OPM)	Gestión de procesos	5
Rendimiento de Procesos de la Organización (OPP)	Gestión de procesos	4
Formación en la Organización (OT)	Gestión de procesos	3
Integración del Producto (PI)	Ingeniería	3
Monitorización v Control del Proyecto (PMC)	Gestión de proyectos	2
Planificación del Proyecto (PP)	Gestión de proyectos	2
Aseguramiento de la Calidad del Proceso v del Producto (PPOA)	Soporte	2
Gestión Cuantitativa del Proyecto (QPM)	Gestión de proyectos	4
Desarrollo de Requisitos (RD)	Ingeniería	3
Gestión de Requisitos (REQM)	Gestión de proyectos	2
Gestión de Riesgos (RSKM)	Gestión de proyectos	3
Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM)	Gestión de proyectos	2
Solución Técnica (TS)	Ingeniería	3
Validación (VAL)	Ingeniería	3
Verificación (VER)	Ingeniería	3

Fuente: Fuente: CMMI Product Team. (2010). CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033). Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9661>

1.6 SCAMPI

1.6.1 ¿Qué es SCAMPI? "*The Standard Capability Maturity Model Integration (CMMI) Method for Process Improvement (SCAMPI)*", es un conjunto de metodologías definido para realizar evaluaciones de los modelos CMMI. (CMMI Institute, s.f.)

El método *SCAMPI* se divide en tres fases, planificación y preparación para la evaluación, conducción de la evaluación y reporte de resultados. *SCAMPI* basa su evaluación en las evidencias que se tengan sobre la ejecución y cumplimiento de las prácticas genéricas y específicas del modelo CMMI. (CMMI Institute, s.f.)

En el siguiente Cuadro, se pueden observar los procesos por fase propuestos por el *SCAMPI*.

Tabla 4. Fases y procesos *scampi*

Fase	Proceso
Planificación y preparación para la evaluación - Plan and Prepare for Appraisal	Analizar requisitos (Analyze Requirements)
	Desarrollar un plan de evaluación (Develop Appraisal Plan)
	Seleccionar y preparar un equipo (Select and Prepare Team)
	Obtener e inventariar evidencia objetiva inicial (Obtain and Inventory Initial Objective Evidence)
	Preparación para la conducta de la evaluación (Prepare for Appraisal Conduct)
Conducción de la evaluación - Conduct Appraisal	Preparar los participantes (Prepare Participants)
	Examinar la evidencia objetiva (Examine Objective Evidence)
	Documentar la evidencia objetiva (Document Objective Evidence)
	Verificar la evidencia objetiva (Verify Objective Evidence)
	Validar los resultados preliminares (Validate Preliminary Findings)
	Generar los resultados de evaluación (Generate Appraisal Results)

Tabla 4. (Continuación)

Fase	Proceso
Reporte de resultados - Report Results	Entregar los resultados de la evaluación (Deliver Appraisal Results)
	Empaquetar y archivar los resultados de la evaluación (Package and Archive Appraisal Assets)
Reevaluación del plan de acción - Action Plan Reappraisal	Reevaluación del plan de acción (Action Plan Reappraisal)

Fuente: CMMI Institute. Standard CMMI® Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) Version 1.3b. Recuperado el 01 de mayo de 2020, desde el CMMI Institute Resource Center <https://cmmiinstitute.com/getattachment/a0b6615f-d09a-4cf5-a4e4-61096568a5b4/attachment.aspx>

Las evidencias se pueden recopilar de documentación de políticas organizacionales, procedimientos, artefactos resultantes de implementaciones y entrevistas con las personas encargadas de implementar o usar los procesos. Estas evidencias deben comprobarse mediante los indicadores de implementación de práctica (PIIs - *Practice Implementation Indicators*) los cuales son la evidencia del cumplimiento de una práctica; los PPIs se clasifican en tres tipos, artefactos directos, artefactos indirectos, y afirmaciones. (Cukier, 2006)

- Artefactos directos: Son las salidas tangibles resultantes de la aplicación de una práctica específica o genérica.
- Artefactos indirectos: Son los artefactos que son consecuencia de la aplicación de una práctica específica o genérica pero que no son el propósito por el cual se ejecutó la práctica.
- Afirmaciones: Confirmaciones orales o escritas de la implementación de una práctica específica o genérica.

1.6.2 Clases de SCAMPI. SCAMPI ofrece tres tipos de método que se pueden utilizar según el objetivo de la evaluación, estos métodos son conocidos como SCAMPI clase A, clase B y clase C. (CMMI Institute, s.f.)

- *SCAMPI A*: esta clase está orientada a la institucionalización, es el más riguroso de los métodos, evalúa el nivel de madurez de la organización por medio de un puntaje, es el método para obtener la certificación CMMI. (CMMI Institute, s.f.)
- *SCAMPI B*: esta clase tiene el foco orientado el *deployment* o despliegue, es muy útil a la implementación masiva de procesos, no proporciona un puntaje sobre el nivel de madurez de la organización. (CMMI Institute, s.f.)
- *SCAMPI C*: esta clase está enfocada en una aproximación (*approach*), evalúa las áreas de riesgo con recolección de datos de documentación, tampoco proporciona un puntaje sobre el nivel de madurez de la organización. (CMMI Institute, s.f.)

1.7 SCRUM

Scrum es un proceso iterativo de ingeniería de software que tiene como objetivo desarrollar y entregar software. El término de scrum se utilizó y se publicó por primera vez por *Harvard Business Review* en enero de 1986 en el artículo "*The New New Product Development Game*" de Hirotaka Takeuchi e Ikujiro Nonaka. *Scrum* puede ser utilizado en todo tipo de proyectos de software, se puede utilizar para desarrollar productos de software completos o solo para el desarrollo de módulos de grandes sistemas. *Scrum* está enfocado en aumentar la productividad de los equipos mientras se reducen las actividades redundantes. (International Scrum Institute., sf)

1.7.1 Roles en scrum. En *scrum* se definen tres tipos de roles, el *product owner*, el *scrum team* y el *scrum master*.

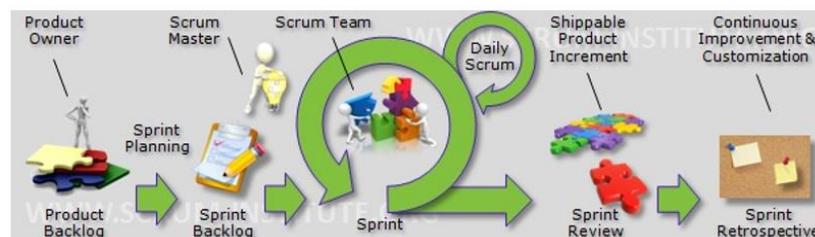
Product owner: es el dueño del producto y es el representante del cliente, debe asegurarse que el equipo que desarrolla el producto aporte valor al negocio es el encargado de escribir las historias de usuario (requerimientos) y debe priorizarlas según su importancia.

Scrum team: el equipo es el responsable de entregar al final de cada *sprint* el desarrollo incremental previsto. Este equipo debe tener entre 3 a máximo 9 personas para que sea eficiente, esto incluye a las personas que se encargan de analizar, desarrollar, probar y documentar. El equipo se organiza independientemente y todos tienen voz y voto.

Scrum master: su trabajo consiste en eliminar los obstáculos que impiden que el equipo alcance el objetivo del *sprint*, no es el líder del equipo (en *scrum* los equipos son autónomos y no hay jerarquías), es el encargado de asegurar que el proceso *scrum* se cumpla como es debido, también es el que verifica y hace que se cumplan las reglas.

1.7.2 Proceso *scrum*. *Scrum* es un proceso iterativo, cada iteración es denominada como *sprint*. Un *sprint* es un ciclo de actividades de trabajo para desarrollar incrementos de productos o servicios de software que se pueden entregar. Los *sprints* son cortos, generalmente toman entre 2 y 4 semanas.

Figura 5. Framework Scrum



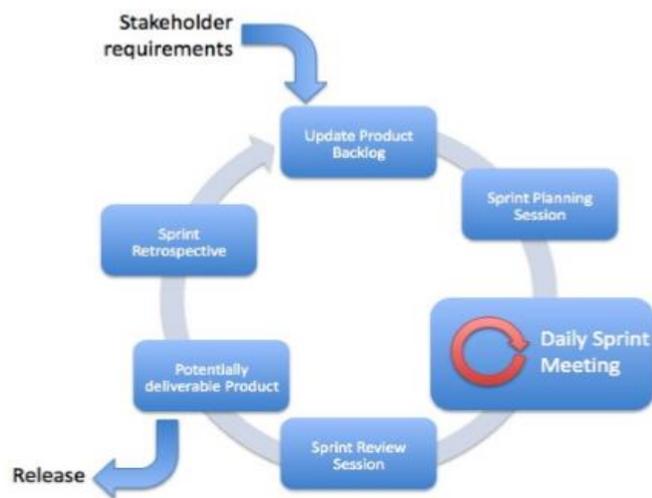
Fuente: International Scrum Institute. (s. f.). The Scrum Framework (Third Edition ed.). Recuperado de <https://www.scrum-institute.org/>

Cada *sprint* comienza con una reunión de planificación (*Sprint Planning Meeting*), durante esta reunión, el equipo decide qué y cuántos requerimientos implementarán en ese *sprint* dado. Posteriormente, el equipo inicia la ejecución de actividades para cumplir con los requisitos. Todos los días el equipo realiza una reunión denominada *daily scrum* que se realiza a la misma hora y en el mismo lugar y tiene como objetivo

alinear a todos los miembros del equipo, en caso de que los miembros del equipo presenten algún impedimento que pueda retrasar o bloquear el progreso del *scrum* debe solicitar ayuda al *scrum master*.

Al finalizar el sprint, el equipo realiza dos reuniones denominadas *sprint review* y *sprint retrospective*, la reunión de *review* tiene como objetivo que el *product owner* revise y controlar los resultados del trabajo que se ha realizado durante el *sprint*. En la reunión de retrospectiva, el equipo evalúa la forma en que trabajan, el uso de la metodología *scrum* y cómo pueden mejorar para el siguiente *sprint*, estas opciones de mejora son tomadas para la próxima reunión de planificación del *sprint* con el fin de mejorar el funcionamiento del equipo. (International Scrum Institute., sf)

Figura 6. Proceso sprint



Fuente: International Scrum Institute. (s.f). The Scrum Framework (Third Edition ed.). Recuperado de <https://www.scrum-institute.org/>

Scrum es una de las metodologías ágiles más populares de la actualidad, esto se debe en gran parte a los beneficios que se le atribuyen como la flexibilidad, la reducción del *time to market*, buena calidad en el software que se desarrolla, la productividad, la maximización de la inversión, predicciones de los tiempos de desarrollo y la reducción de riesgos. (International Scrum Institute., sf)

- Flexibilidad: *Scrum* se adapta de forma adecuada a los cambios en los requerimientos. El marco de trabajo está diseñado para poder reaccionar a nuevas exigencias que implican los proyectos de desarrollo de software complejos. (International Scrum Institute., sf)
- Reducción del *time to market*: es una característica muy importante en el mundo *startup* pues siempre hay un producto mínimo viable para ser comercializado. (International Scrum Institute., sf)
- Buena calidad de software: por medio del trabajo metódico que se realiza en la metodología *scrum*, y la necesidad de al final de cada iteración tener un producto funcional ayuda a que el software que se desarrolla sea de buena calidad. (International Scrum Institute., sf)
- Productividad: al realizar reuniones cortas y concretas, la autoorganización del equipo sin burocracia tiene como resultado que el equipo de desarrollo dedique la mayor parte del tiempo a esta actividad. (International Scrum Institute., sf)
- Maximización de la inversión: se tiende a desarrollar solo lo que se necesita y eso lleva a que no se desarrollen funcionalidades y módulos que son inútiles para el negocio. (International Scrum Institute., sf)
- Predicciones de tiempos: al utilizar esta metodología de trabajo, se conoce la velocidad a la que trabaja el equipo en cada *sprint* lo que hace posible estimar fácilmente los requerimientos que se van a trabajar en los siguientes *sprints*. (International Scrum Institute., sf)
- Reducción de riesgos: por el hecho de desarrollar las funcionalidades de mayor valor y al saber la velocidad con la que el equipo trabaja ayuda a detectar y mitigar los riesgos del proyecto de forma anticipada. (International Scrum Institute., sf)

2. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

El estudio propuesto está orientado a realizar una evaluación del estado actual del departamento de sistemas de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga – UNAB con respecto a los proyectos de desarrollo de software según las practicas propuestas por el CMMI, para lo cual se empleará el método SCAMPI tipo C de evaluación de CMMI, esto con el fin de realizar un análisis de la brecha y finalmente proponer los artefactos, software y procesos a implementar para la adopción del CMMI en los proyectos de software del departamento de sistemas de la Universidad.

En este proyecto se plantea una investigación de tipo cuantitativo, esto ser realizará en tres fases, la primera fase consiste en realizar la evaluación del estado actual del proceso de los proyectos de desarrollo de software, para esto se aplicará una encuesta a cada uno de los integrantes del equipo de trabajo del departamento de sistemas de información de la universidad. En la segunda fase, con el fin de disminuir la brecha resultante de la evaluación SCAMPI, se propondrán una serie de recomendaciones, artefactos, software y procesos a utilizar para cumplir con la propuesta del CMMI y por último plantear un plan de trabajo de proyecto para la implementación del CMMI.

2.1 ENFOQUE METODOLÓGICO PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

Para la ejecución del proyecto se propone un método con las siguientes fases:

2.1.1 Evaluación del estado actual. Durante esta fase se aplicará una encuesta a cada uno de los integrantes del equipo con el fin de determinar el nivel de madurez en el que se encuentra el estado actual del proceso de los proyectos de desarrollo de software. Seguido de esto, se realizará un análisis de brecha con el fin de

determinar los pasos a seguir y las recomendaciones que se realizarán en la segunda fase del proyecto.

2.1.2 Recomendaciones. En esta fase, luego del análisis de la brecha planteado en la fase anterior, se realizan las recomendaciones de artefactos, software y procesos a realizar con el objetivo de implementar la adopción de las prácticas propuestas por el CMMI en el desarrollo de software.

2.1.3 Propuesta de implementación. Por último, en esta fase, se realizará una propuesta de plan de trabajo para un proyecto de implementación de CMMI en el departamento de sistemas de información de la universidad.

2.2 PARTICIPANTES

Para el desarrollo de la investigación, se tomarán los datos de la encuesta realizada a los integrantes del equipo de sistemas de información de la universidad.

2.3 MUESTRA O UNIDAD DE ANÁLISIS

Para el análisis de los resultados obtenidos, se utilizarán los datos resultantes de las encuestas aplicadas a los integrantes del equipo de sistemas de información de la universidad.

2.4 ELABORACIÓN, SELECCIÓN Y DESARROLLO DE INSTRUMENTOS

Para la obtención de los resultados, se planteará una encuesta preguntando por cada una de las metas específicas de las áreas de proceso del CMMI, basándose en el método de evaluación *SCAMPI*, la encuesta diseñada, se puede observar en el Anexo A.

3. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente capítulo se presentan los resultados de la aplicación de las encuestas, así como el análisis de la brecha que existe entre el proceso actual y la propuesta por el CMMI en su nivel 3, adicionalmente, se presentan el modelo de desarrollo de software y plan de trabajo para la implementación de la adopción de las prácticas de CMMI propuestos.

3.1 RESULTADO DE LA ENCUESTA

A continuación, se presentan los resultados de las encuestas agrupados por categorías y áreas de procesos, en estos resultados se podrán observar los puntos porcentuales de cada pregunta, así como, su gráfico de barras apiladas. Esta encuesta fue diligenciada por 11 de los 16 integrantes del equipo de tecnologías de información y comunicaciones, es decir, el 69% de las personas que laboran en el departamento.

3.1.1 Categoría de gestión del proceso

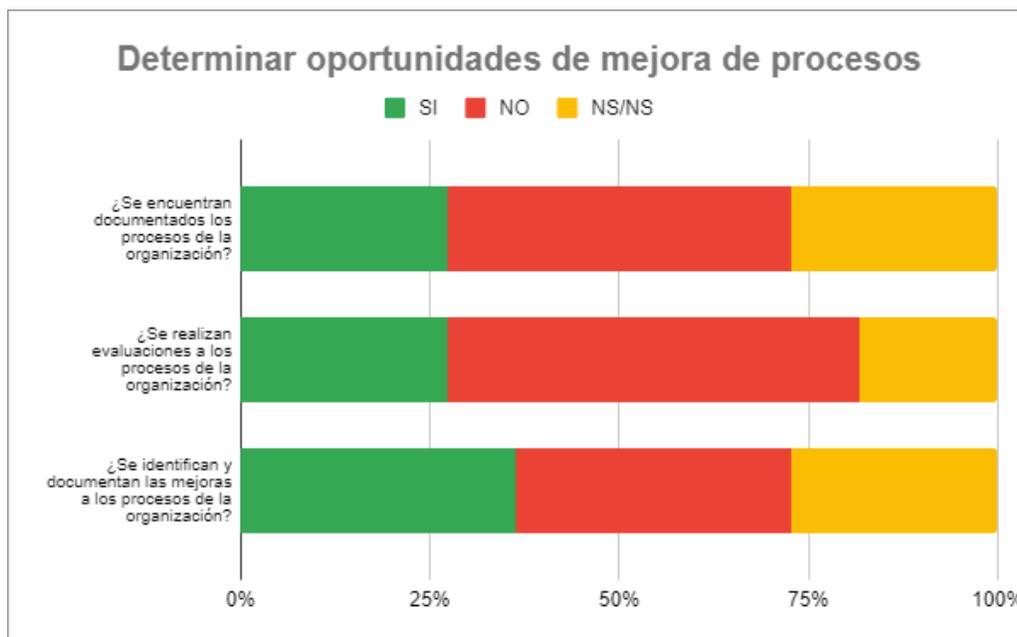
3.1.1.1 Área de proceso de Enfoque en Procesos de la Organización (OPF): A continuación, se presentan los resultados de la encuesta para esta área de proceso.

Tabla 5. Meta específica - determinar oportunidades de mejora de procesos

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran documentados los procesos de la organización?	27,3%	45,5%	27,3%
¿Se realizan evaluaciones a los procesos de la organización?	27,3%	54,5%	18,2%
¿Se identifican y documentan las mejoras a los procesos de la organización?	36,4%	36,4%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Determinar oportunidades de mejora de procesos



Fuente: Elaboración propia

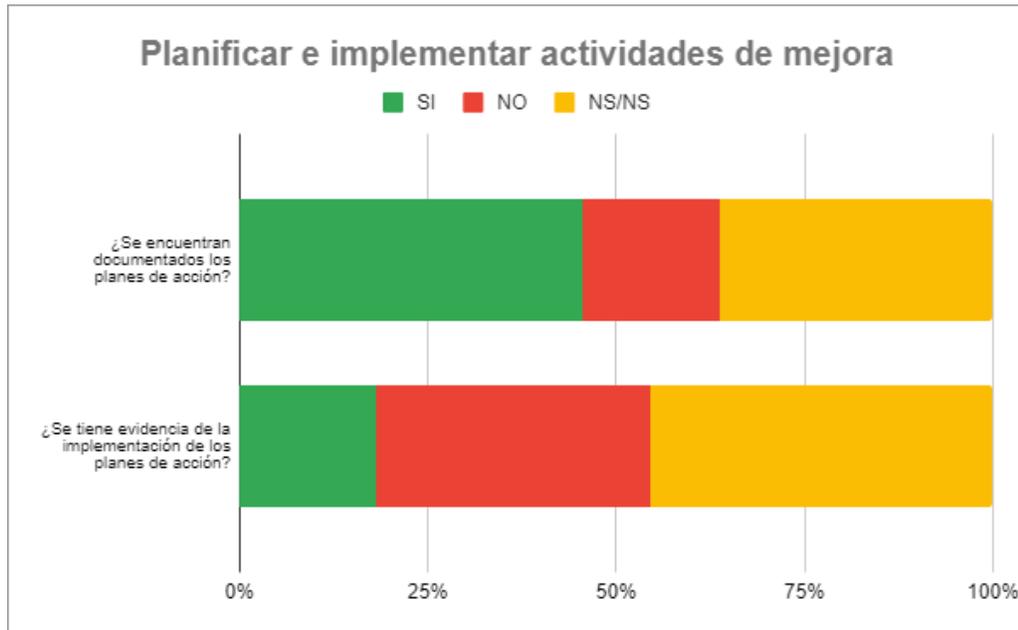
- **Meta específica - Planificar e implementar actividades de mejora**

Tabla 6. Meta específica - Planificar e implementar actividades de mejora

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran documentados los planes de acción?	45,5%	18,2%	36,4%
¿Se tiene evidencia de la implementación de los planes de acción?	18,2%	36,4%	45,5%

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Planificar e implementar actividades de mejora



Fuente: Elaboración propia

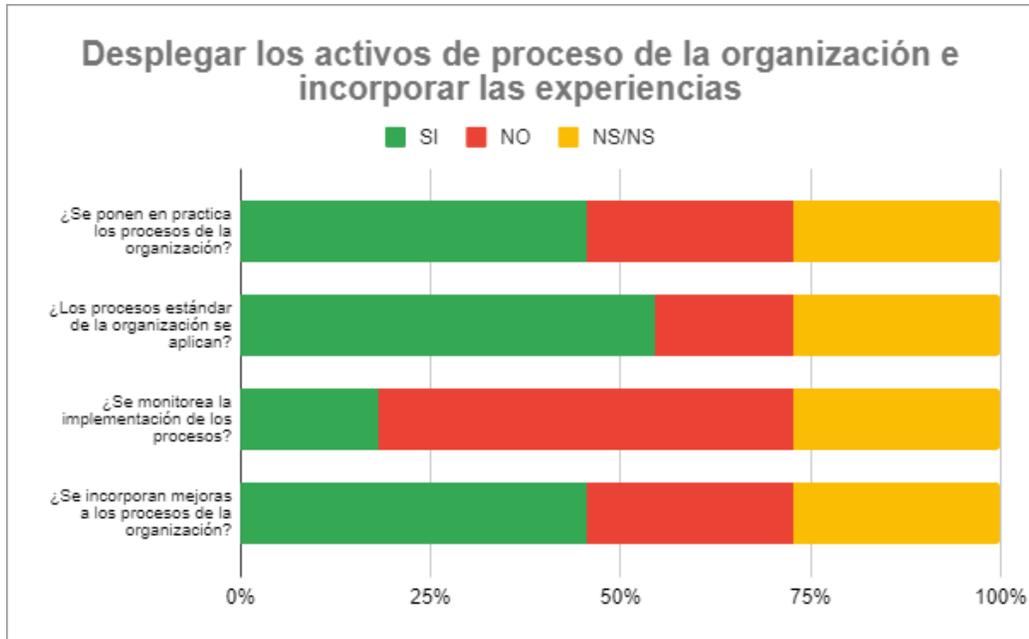
- **Meta específica - Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las experiencias**

Tabla 7. Meta específica - Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las experiencias

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se ponen en práctica los procesos de la organización?	45,5%	27,3%	27,3%
¿Los procesos estándar de la organización se aplican?	54,5%	18,2%	27,3%
¿Se monitorea la implementación de los procesos?	18,2%	54,5%	27,3%
¿Se incorporan mejoras a los procesos de la organización?	45,5%	27,3%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las experiencias



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.2 Área de proceso de Definición de Procesos de la Organización (OPD)

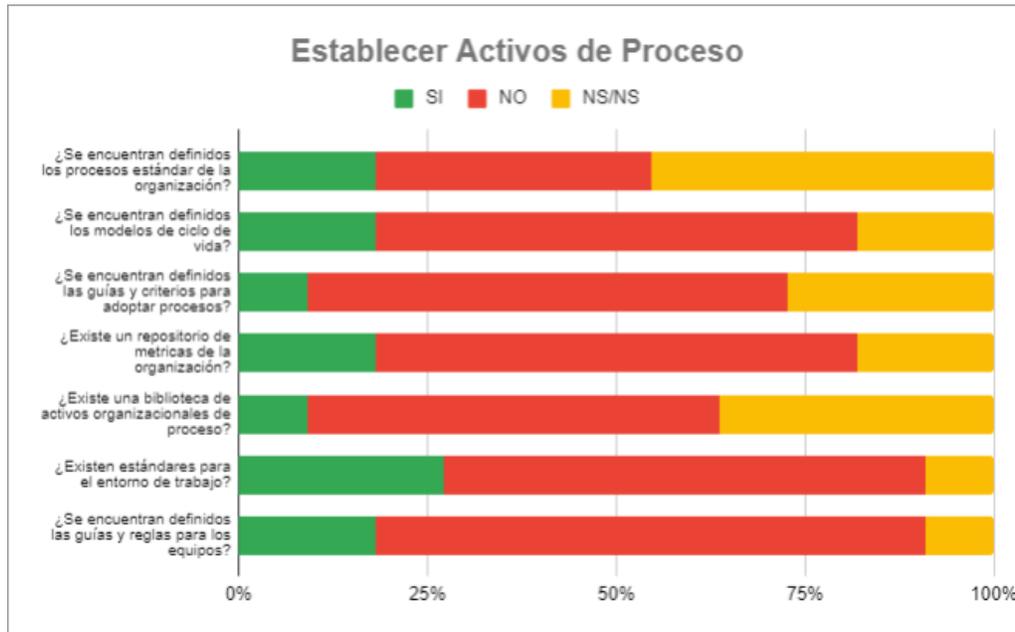
- **Meta específica - Establecer activos de proceso**

Tabla 8. Meta específica - Establecer activos de proceso

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran definidos los procesos estándar de la organización?	18,2%	44,4%	21,6%
¿Se encuentran definidos los modelos de ciclo de vida?	18,2%	77,8%	9,9%
¿Se encuentran definidos las guías y criterios para adoptar procesos?	9,1%	70,0%	24,8%
¿Existe un repositorio de métricas de la organización?	18,2%	77,8%	9,9%
¿Existe una biblioteca de activos organizacionales de proceso?	9,1%	60,0%	30,6%
¿Existen estándares para el entorno de trabajo?	27,3%	87,5%	3,5%
¿Se encuentran definidos las guías y reglas para los equipos?	18,2%	88,9%	5,2 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Establecer activos de proceso



Fuente: Elaboración propia

3.1.1.3 Área de proceso de Formación en la Organización (OT)

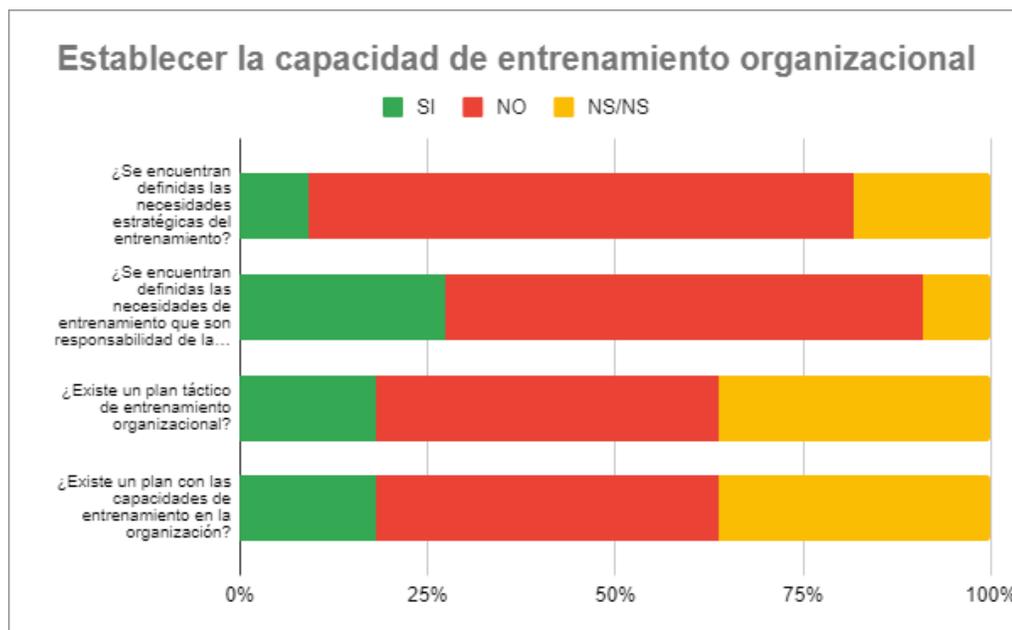
- **Meta específica - Establecer la capacidad de entrenamiento organizacional**

Tabla 9. Meta específica - Establecer la capacidad de entrenamiento organizacional

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran definidas las necesidades estratégicas del entrenamiento?	9,1%	72,7 %	18,2%
¿Se encuentran definidas las necesidades de entrenamiento que son responsabilidad de la organización?	27,3%	63,6%	9,1%
¿Existe un plan táctico de entrenamiento organizacional?	18,2%	45,5%	36,4%
¿Existe un plan con las capacidades de entrenamiento en la organización?	18,2%	45,5%	36,4%

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Establecer la capacidad de entrenamiento organizacional



Fuente: Elaboración propia

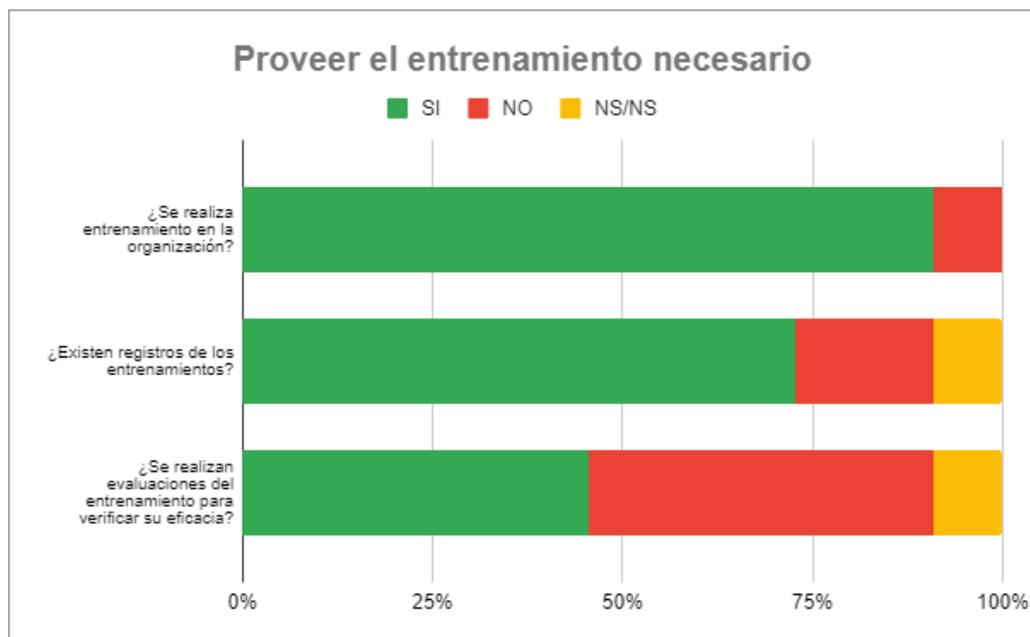
- **Meta específica - Proveer el entrenamiento necesario**

Tabla 10. Meta específica - Proveer el entrenamiento necesario

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza entrenamiento en la organización?	90,9%	9,1%	0,0%
¿Existen registros de los entrenamientos?	72,7%	18,2%	9,1%
¿Se realizan evaluaciones del entrenamiento para verificar su eficacia?	45,5%	45,5%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Proveer el entrenamiento necesario



Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Categoría de gestión de proyectos

3.1.2.1 Área de proceso de Planificación del Proyecto (PP)

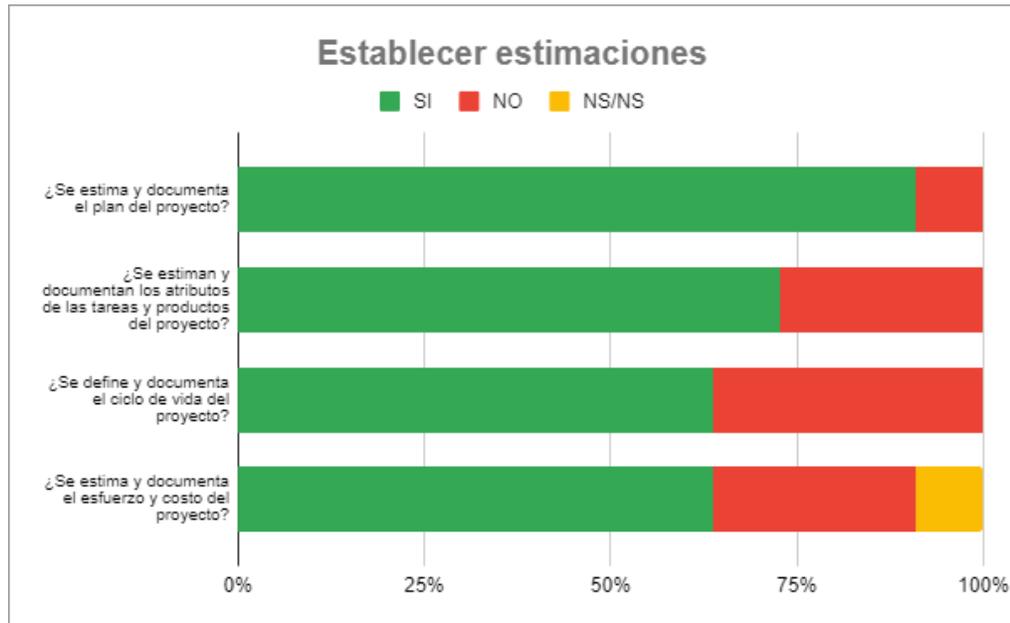
- **Meta específica - Establecer estimaciones**

Tabla 11. Meta específica - Establecer estimaciones

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se estima y documenta el plan del proyecto?	90,9%	9,1%	0,0%
¿Se estiman y documentan los atributos de las tareas y productos del proyecto?	72,7%	27,3%	0,0%
¿Se define y documenta el ciclo de vida del proyecto?	63,6%	36,4%	0,0%
¿Se estima y documenta el esfuerzo y costo del proyecto?	63,6%	27,3%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Establecer estimaciones



Fuente: Elaboración propia

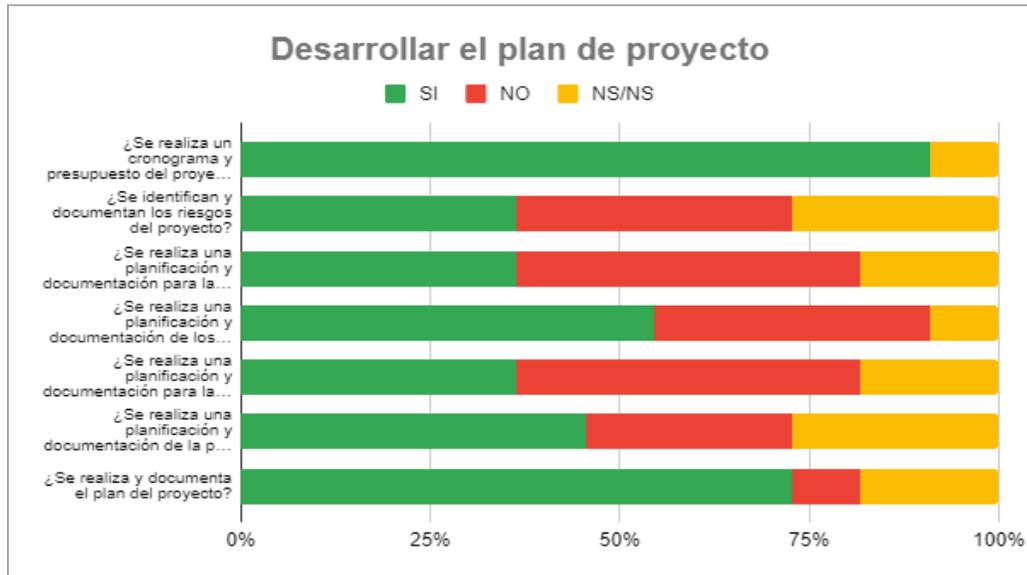
- **Desarrollar el plan de proyecto**

Tabla 12. Desarrollar el plan de proyecto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un cronograma y presupuesto del proyecto?	90,9%	0,0%	9,1%
¿Se identifican y documentan los riesgos del proyecto?	36,4%	36,4%	27,3%
¿Se realiza una planificación y documentación para la administración de los datos del proyecto?	36,4%	45,5%	18,2%
¿Se realiza una planificación y documentación de los recursos necesarios para el proyecto?	54,5%	36,4%	9,1%
¿Se realiza una planificación y documentación para la adquisición de conocimiento y habilidades?	36,4%	45,5%	18,2%
¿Se realiza una planificación y documentación de la participación de los interesados en el proyecto?	45,5%	27,3%	27,3%
¿Se realiza y documenta el plan del proyecto?	72,7%	9,1%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Desarrollar el plan de proyecto



Fuente: Elaboración propia

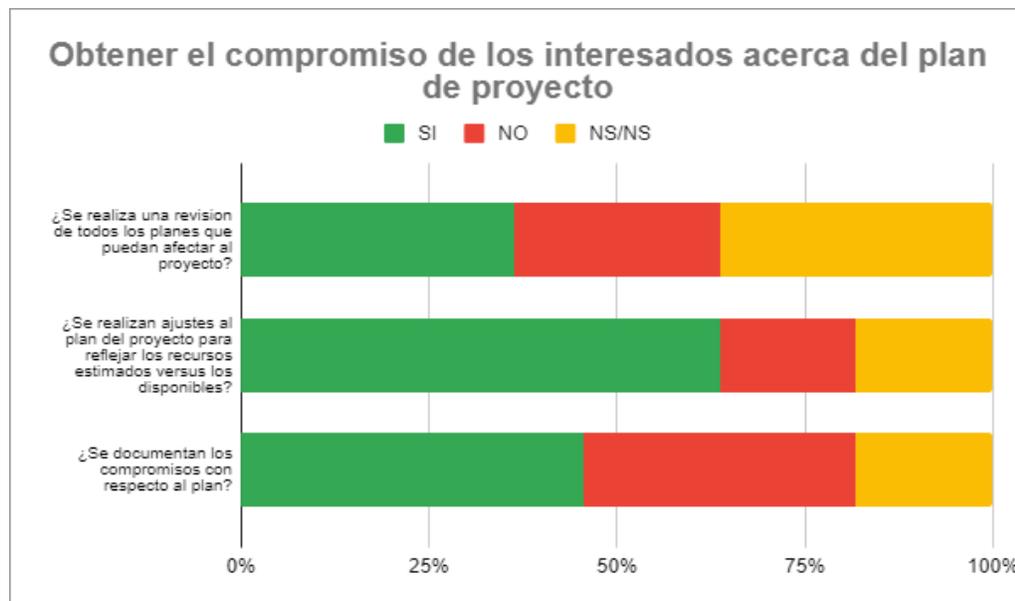
- **Obtener el compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto**

Tabla 13. Obtener el compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una revisión de todos los planes que puedan afectar al proyecto?	36,4%	27,3%	36,4%
¿Se realizan ajustes al plan del proyecto para reflejar los recursos estimados versus los disponibles?	63,6%	18,2%	18,2%
¿Se documentan los compromisos con respecto al plan?	45,5%	36,4%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Obtener el compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.2 Área de proceso de Monitorización y Control del Proyecto (PMC)

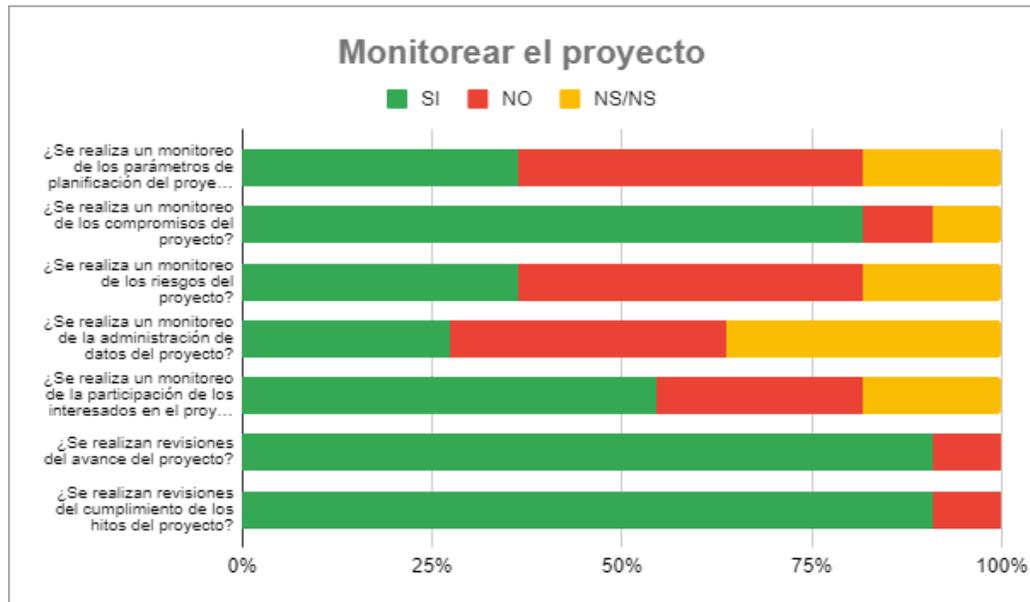
- **Meta específica - Monitorear el proyecto**

Tabla 14. Meta específica - Monitorear el proyecto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un monitoreo de los parámetros de planificación del proyecto?	36,4%	45,5%	18,2%
¿Se realiza un monitoreo de los compromisos del proyecto?	81,8%	9,1%	9,1%
¿Se realiza un monitoreo de los riesgos del proyecto?	36,4%	45,5%	18,2%
¿Se realiza un monitoreo de la administración de datos del proyecto?	27,3%	36,4%	36,4%
¿Se realiza un monitoreo de la participación de los interesados en el proyecto?	54,5%	27,3%	18,2%
¿Se realizan revisiones del avance del proyecto?	90,9%	9,1%	0,0%
¿Se realizan revisiones del cumplimiento de los hitos del proyecto?	90,9%	9,1%	0,0%

Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Monitorear el proyecto



Fuente: Elaboración propia

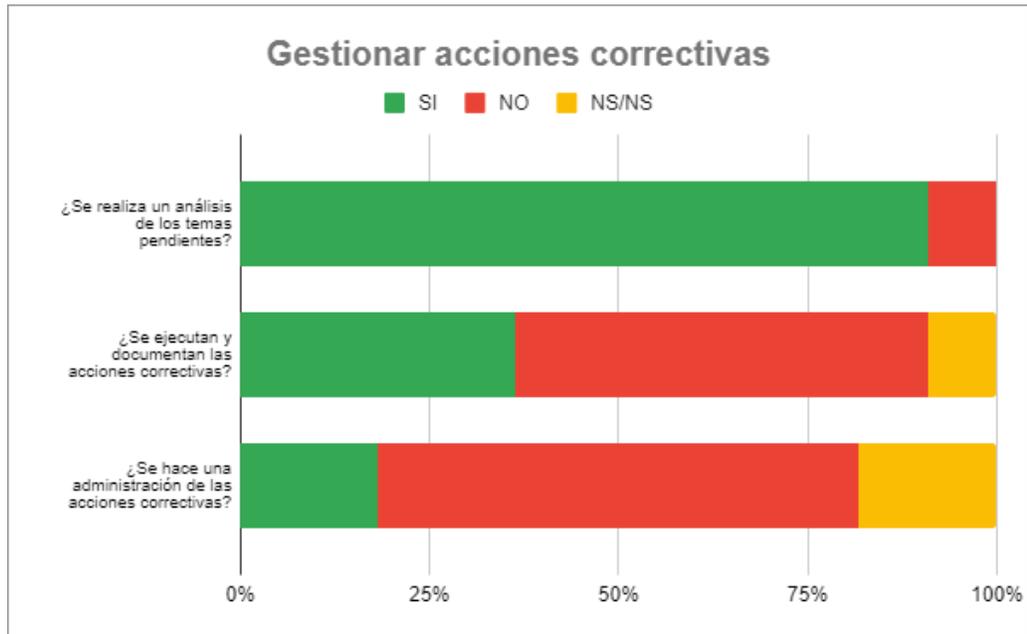
- **Meta específica - Gestionar acciones correctivas**

Tabla 15. Meta específica - Gestionar acciones correctivas

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un análisis de los temas pendientes?	90,9%	9,1%	0,0%
¿Se ejecutan y documentan las acciones correctivas?	36,4%	54,5%	9,1%
¿Se hace una administración de las acciones correctivas?	18,2%	63,6%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Gestionar acciones correctivas



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.3 Área de proceso de Gestión de Acuerdos con Proveedores (SAM)

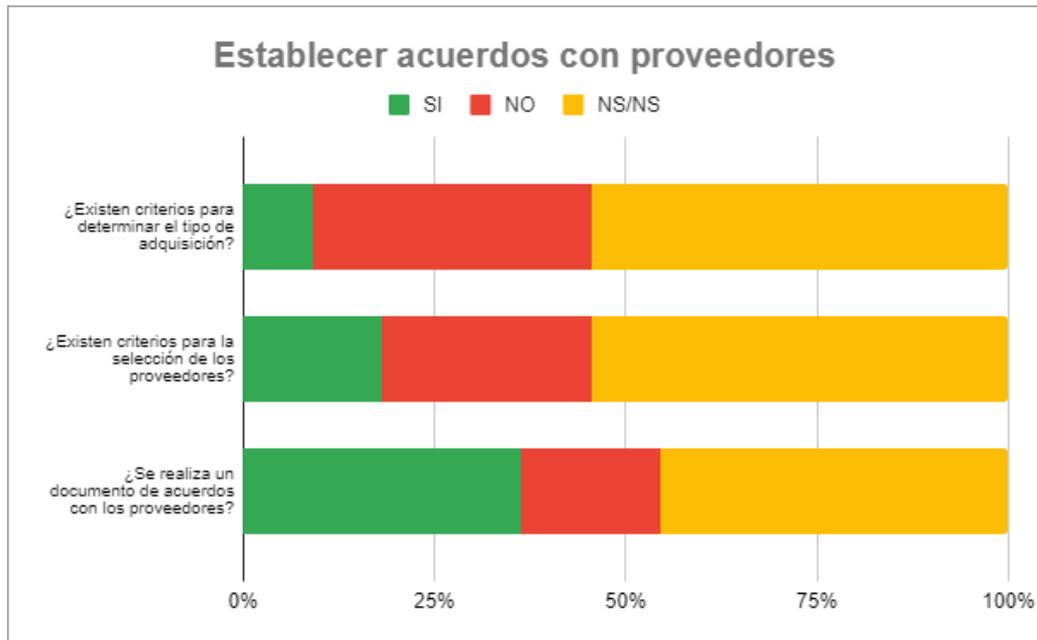
- **Meta específica - Establecer acuerdos con proveedores**

Tabla 16. Meta específica - Establecer acuerdos con proveedores

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Existen criterios para determinar el tipo de adquisición?	9,1%	36,4%	54,5%
¿Existen criterios para la selección de los proveedores?	18,2%	27,3%	54,5%
¿Se realiza un documento de acuerdos con los proveedores?	36,4%	18,2%	45,5%

Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Establecer acuerdos con proveedores



Fuente: Elaboración propia

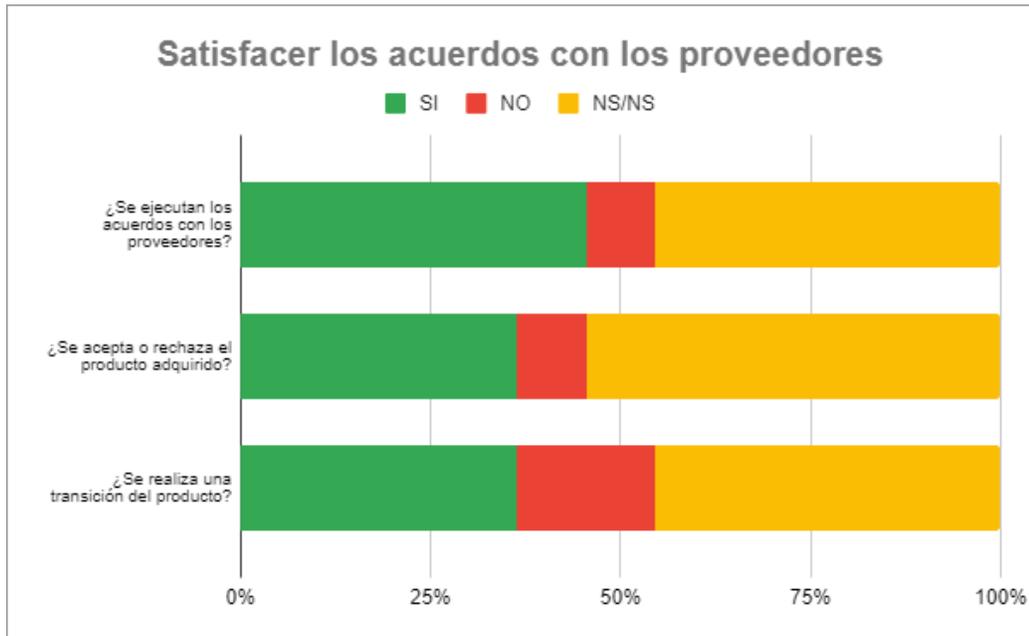
- **Meta específica - Satisfacer los acuerdos con los proveedores**

Tabla 17. Meta específica - Satisfacer los acuerdos con los proveedores

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se ejecutan los acuerdos con los proveedores?	45,5%	9,1%	45,5%
¿Se acepta o rechaza el producto adquirido?	36,4%	9,1%	54,5%
¿Se realiza una transición del producto?	36,4%	18,2%	45,5%

Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Satisfacer los acuerdos con los proveedores



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.4 Área de proceso de Gestión Integrada del Proyecto (IPM)

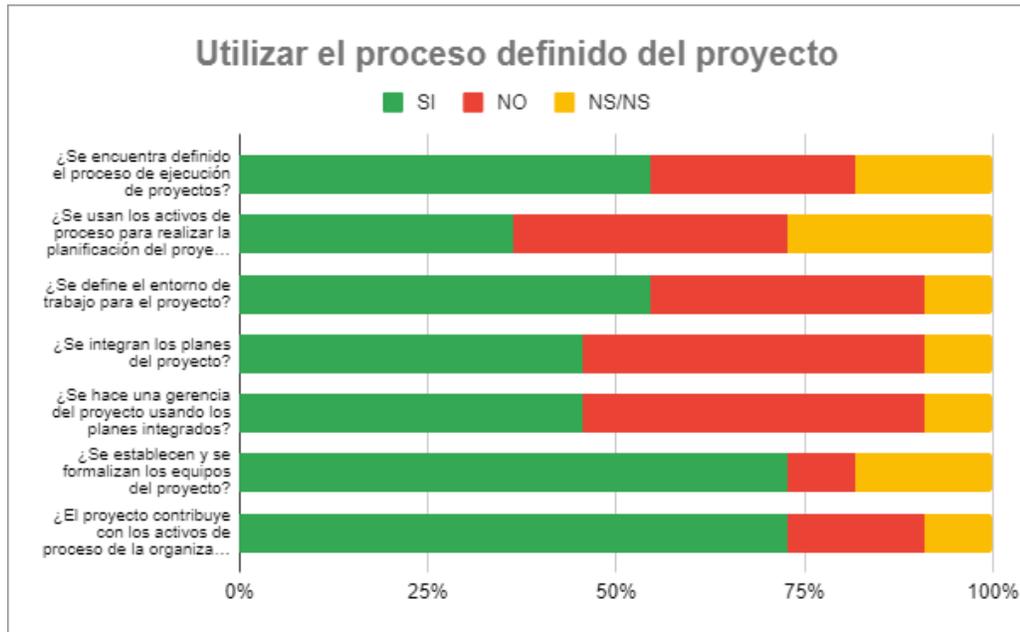
- **Meta específica - Utilizar el proceso definido del proyecto**

Tabla 18. Meta específica - Utilizar el proceso definido del proyecto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentra definido el proceso de ejecución de proyectos?	54,5%	27,3%	18,2%
¿Se usan los activos de proceso para realizar la planificación del proyecto?	36,4%	36,4%	27,3%
¿Se define el entorno de trabajo para el proyecto?	54,5%	36,4%	9,1%
¿Se integran los planes del proyecto?	45,5%	45,5%	9,1%
¿Se hace una gerencia del proyecto usando los planes integrados?	45,5%	45,5%	9,1%
¿Se establecen y se formalizan los equipos del proyecto?	72,7%	9,1%	18,2%
¿El proyecto contribuye con los activos de proceso de la organización?	72,7%	18,2%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Utilizar el proceso definido del proyecto



Fuente: Elaboración propia

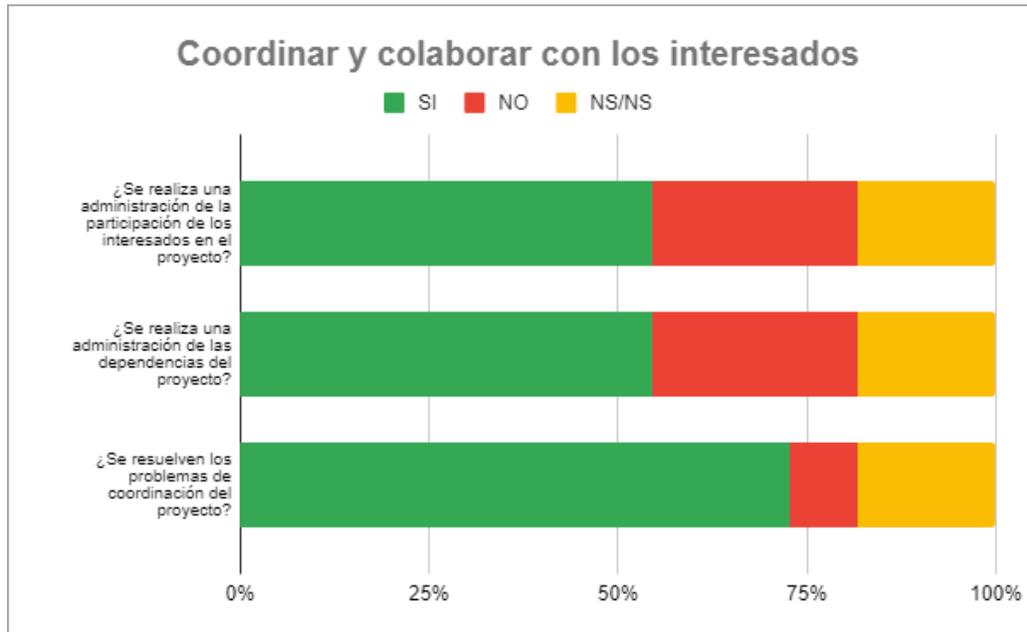
- **Meta específica - Coordinar y colaborar con los interesados**

Tabla 19. Meta específica - Coordinar y colaborar con los interesados

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una administración de la participación de los interesados en el proyecto?	54,5%	27,3%	18,2%
¿Se realiza una administración de las dependencias del proyecto?	54,5%	27,3%	18,2%
¿Se resuelven los problemas de coordinación del proyecto?	72,7%	9,1%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Coordinar y colaborar con los interesados



Fuente: Elaboración propia

3.1.2.5 Área de proceso de Gestión de Riesgos (RSKM)

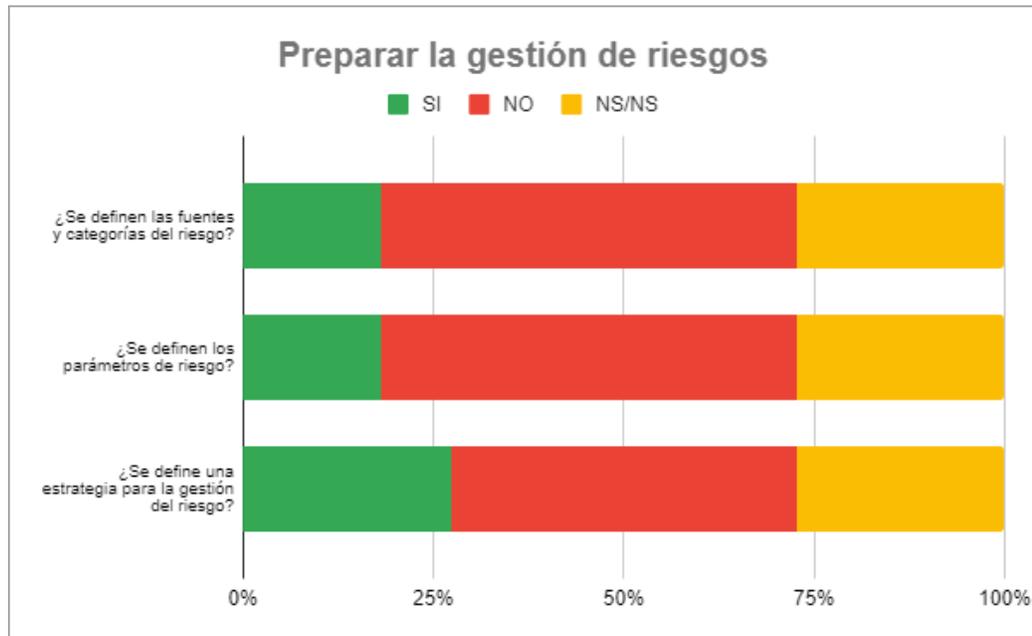
- **Meta específica - Preparar la gestión de riesgos**

Tabla 20. Meta específica - Preparar la gestión de riesgos

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se definen las fuentes y categorías del riesgo?	18,2%	54,5%	27,3%
¿Se definen los parámetros de riesgo?	18,2%	54,5%	27,3%
¿Se define una estrategia para la gestión del riesgo?	27,3%	45,5%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Preparar la gestión de riesgos



Fuente: Elaboración propia

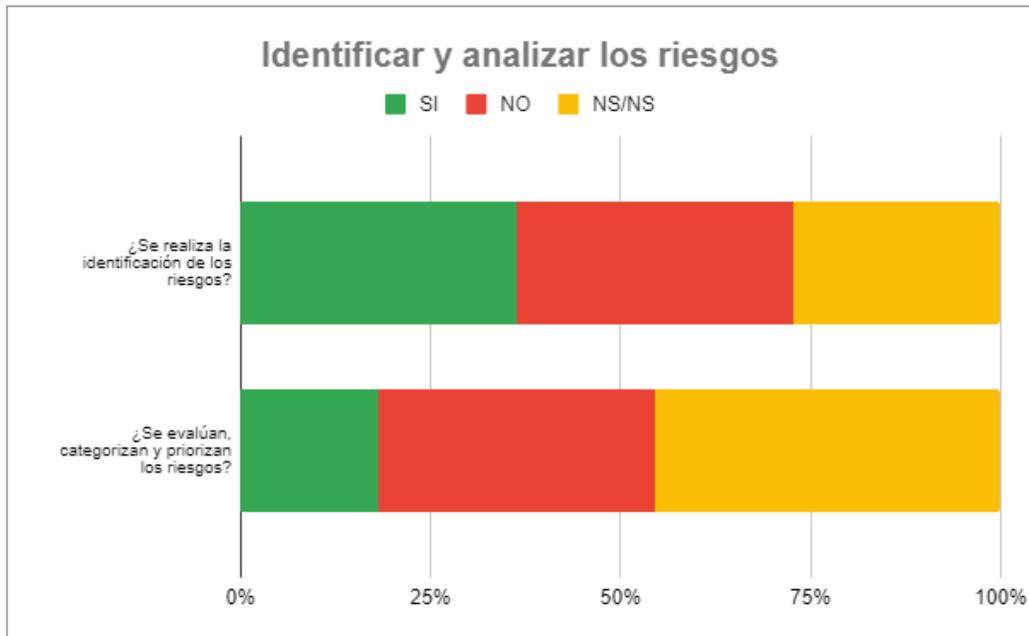
- **Meta específica - Identificar y analizar los riesgos**

Tabla 21. Meta específica - Identificar y analizar los riesgos

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza la identificación de los riesgos?	36,4%	36,4%	27,3%
¿Se evalúan, categorizan y priorizan los riesgos?	18,2%	36,4%	45,5%

Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Identificar y analizar los riesgos



Fuente: Elaboración propia

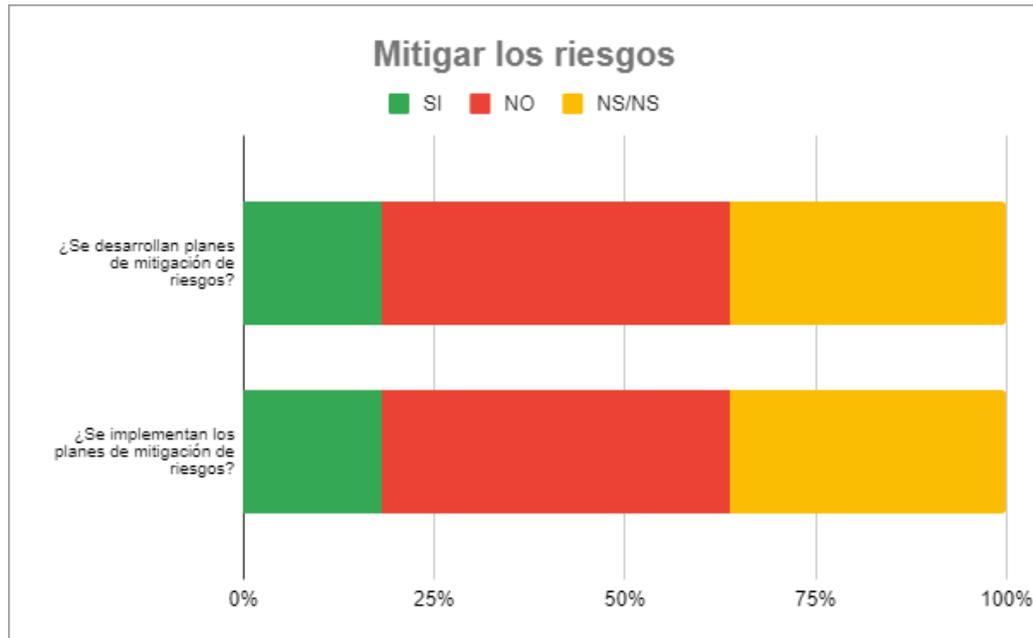
- **Meta específica - Mitigar los riesgos**

Tabla 22. Meta específica - Mitigar los riesgos

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se desarrollan planes de mitigación de riesgos?	18,2%	45,5%	36,4%
¿Se implementan los planes de mitigación de riesgos?	18,2%	45,5%	36,4%

Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Mitigar los riesgos



Fuente: Elaboración propia

3.1.3 Categoría de ingeniería

3.1.3.1 Área de proceso de Gestión de Requisitos (REQM)

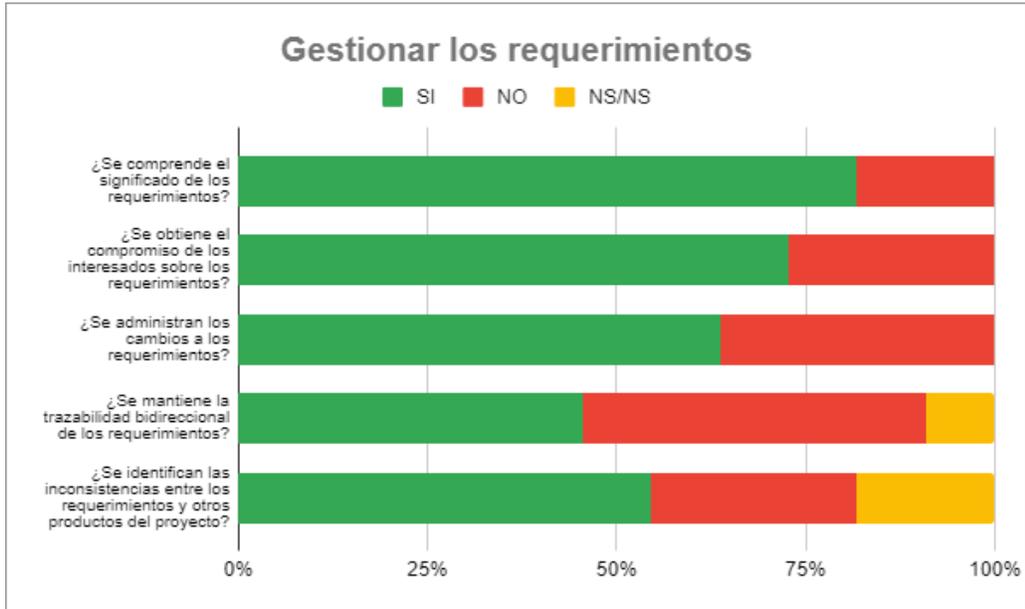
- **Meta específica - Gestionar los requerimientos**

Tabla 23. Meta específica - Gestionar los requerimientos

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se comprende el significado de los requerimientos?	81,8%	18,2%	0,0%
¿Se obtiene el compromiso de los interesados sobre los requerimientos?	72,7%	27,3%	0,0%
¿Se administran los cambios a los requerimientos?	63,6%	36,4%	0,0%
¿Se mantiene la trazabilidad bidireccional de los requerimientos?	45,5%	45,5	9,1%
¿Se identifican las inconsistencias entre los requerimientos y otros productos del proyecto?	54,5%	27,3%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Gestionar los requerimientos



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.2 Área de proceso de Desarrollo de Requisitos (RD)

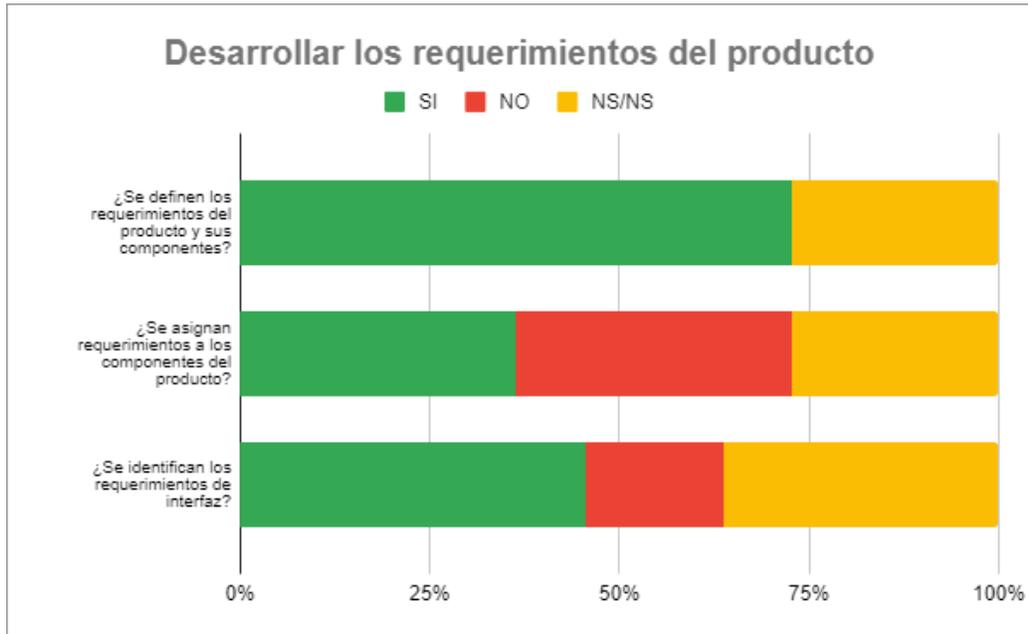
- **Meta específica - Desarrollar los requerimientos del cliente**

Tabla 24. Meta específica - Desarrollar los requerimientos del cliente

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un entendimiento de las necesidades del cliente?	81,8%	0,0%	18,2%
¿Se desarrollan los requerimientos del cliente?	90,9%	0,0%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Desarrollar los requerimientos del producto



Fuente: Elaboración propia

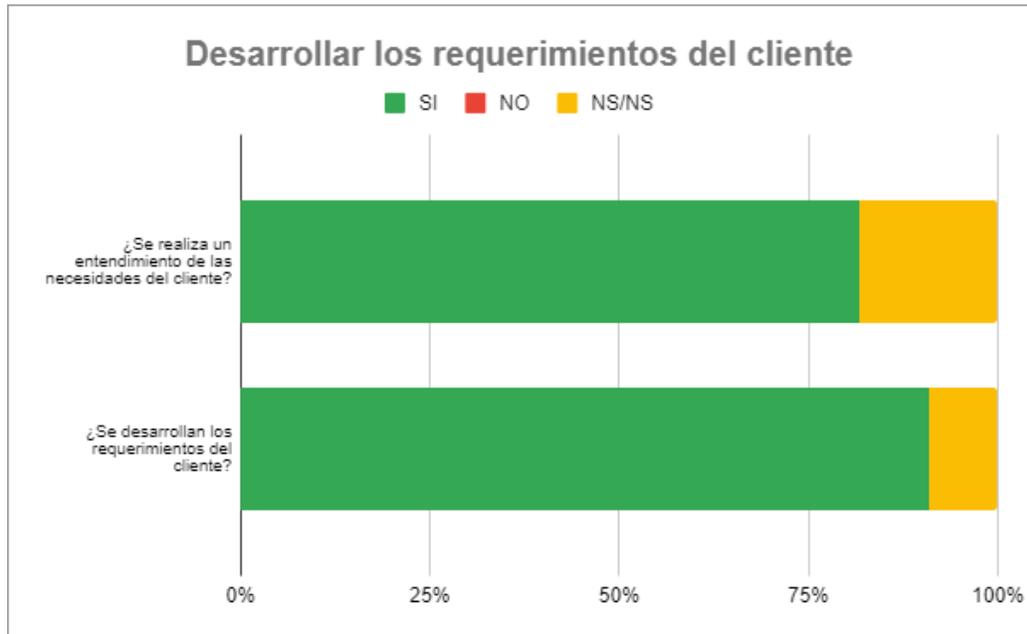
- **Meta específica - Desarrollar los requerimientos del producto**

Tabla 25. Meta específica - Desarrollar los requerimientos del producto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se definen los requerimientos del producto y sus componentes?	72,7%	0,0%	27,3%
¿Se asignan requerimientos a los componentes del producto?	36,4%	36,4%	27,3%
¿Se identifican los requerimientos de interfaz?	45,5%	18,2%	36,4%

Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Desarrollar los requerimientos del cliente



Fuente: Elaboración propia

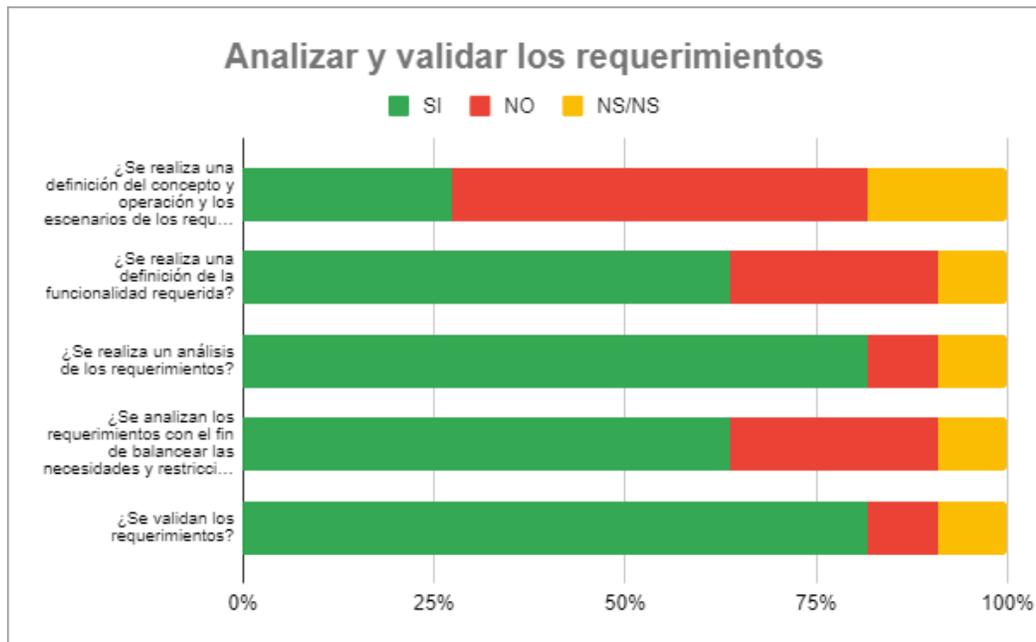
- **Analizar y validar los requerimientos**

Tabla 26. Analizar y validar los requerimientos

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una definición del concepto y operación y los escenarios de los requerimientos?	27,3%	54,5%	18,2%
¿Se realiza una definición de la funcionalidad requerida?	63,6%	27,3%	9,1%
¿Se realiza un análisis de los requerimientos?	81,8%	9,1%	9,1%
¿Se analizan los requerimientos con el fin de balancear las necesidades y restricciones?	63,6%	27,3%	9,1%
¿Se validan los requerimientos?	81,8%	9,1%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Analizar y validar los requerimientos



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.3 Área de proceso de Solución Técnica (TS)

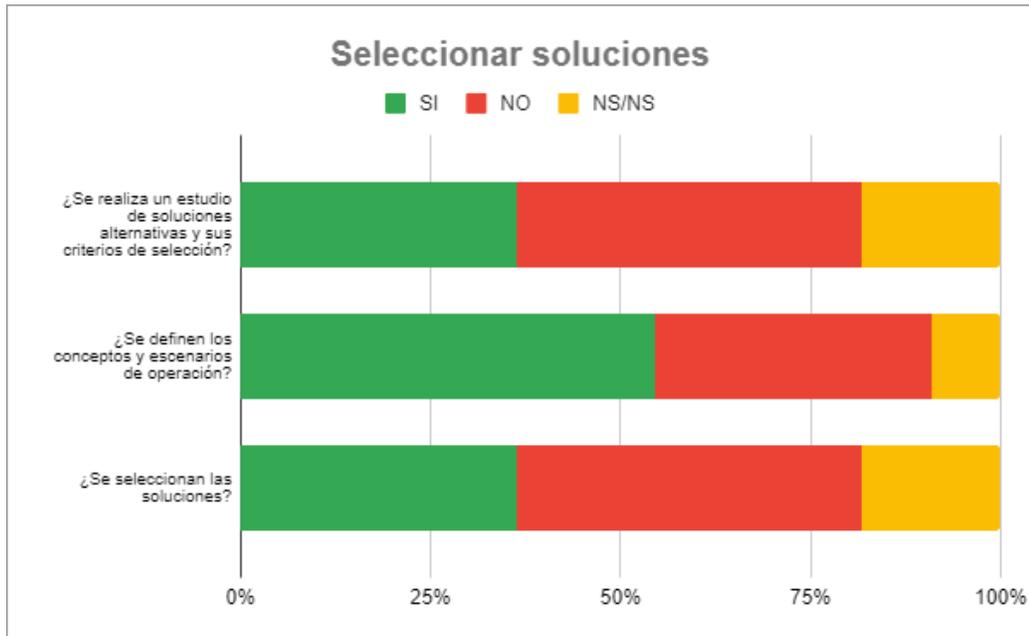
- **Meta específica - Seleccionar soluciones**

Tabla 27. Meta específica - Seleccionar soluciones

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un estudio de soluciones alternativas y sus criterios de selección?	36,4%	45,5%	18,2%
¿Se definen los conceptos y escenarios de operación?	54,5%	36,4%	9,1%
¿Se seleccionan las soluciones?	36,4%	45,5%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Seleccionar soluciones



Fuente: Elaboración propia

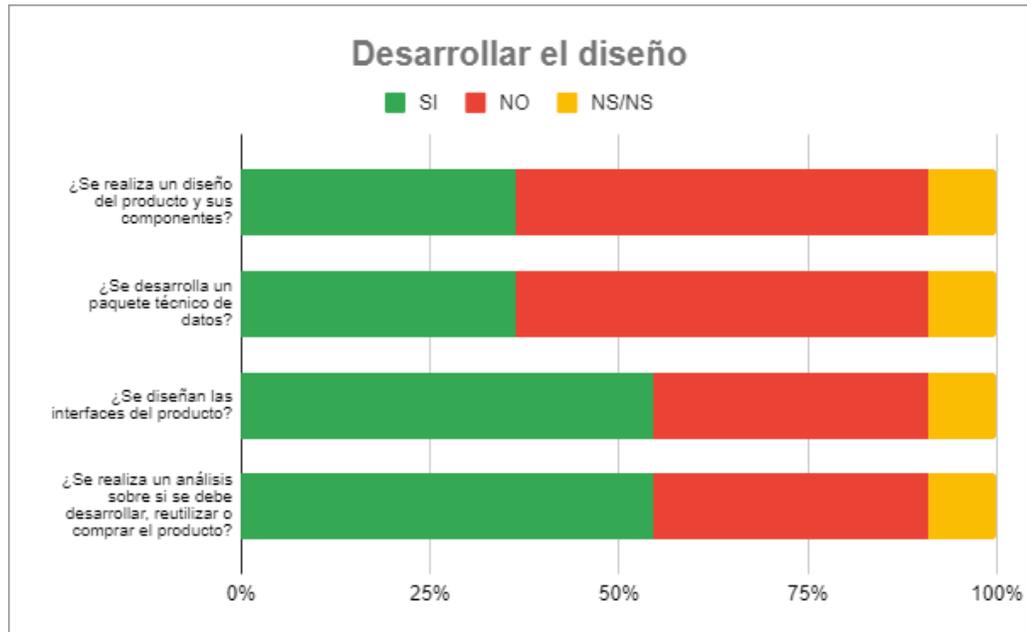
- **Meta específica - Desarrollar el diseño**

Tabla 28. Meta específica - Desarrollar el diseño

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un diseño del producto y sus componentes?	36,4%	54,5%	9,1%
¿Se desarrolla un paquete técnico de datos?	36,4%	54,5%	9,1%
¿Se diseñan las interfaces del producto?	54,5%	36,4%	9,1%
¿Se realiza un análisis sobre si se debe desarrollar, reutilizar o comprar el producto?	54,5%	36,4%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Desarrollar el diseño



Fuente: Elaboración propia

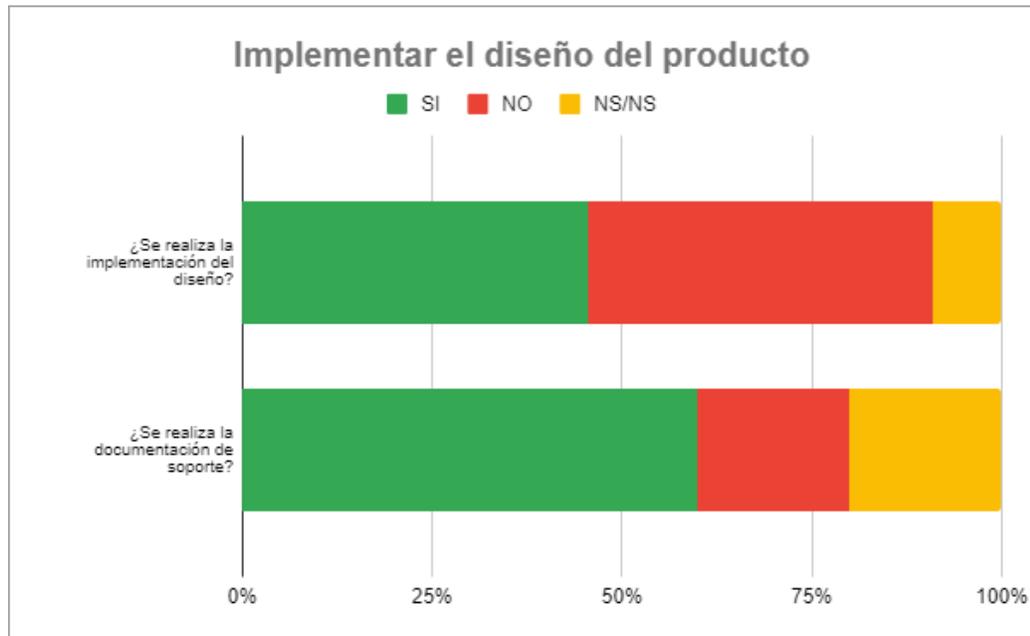
- **Meta específica - Implementar el diseño del producto**

Tabla 29. Meta específica - Implementar el diseño del producto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza la implementación del diseño?	45,5%	45,5%	9,1%
¿Se realiza la documentación de soporte?	60,0%	20,0%	20,0%

Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Implementar el diseño del producto



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.4 Área de proceso de Integración del Producto (PI)

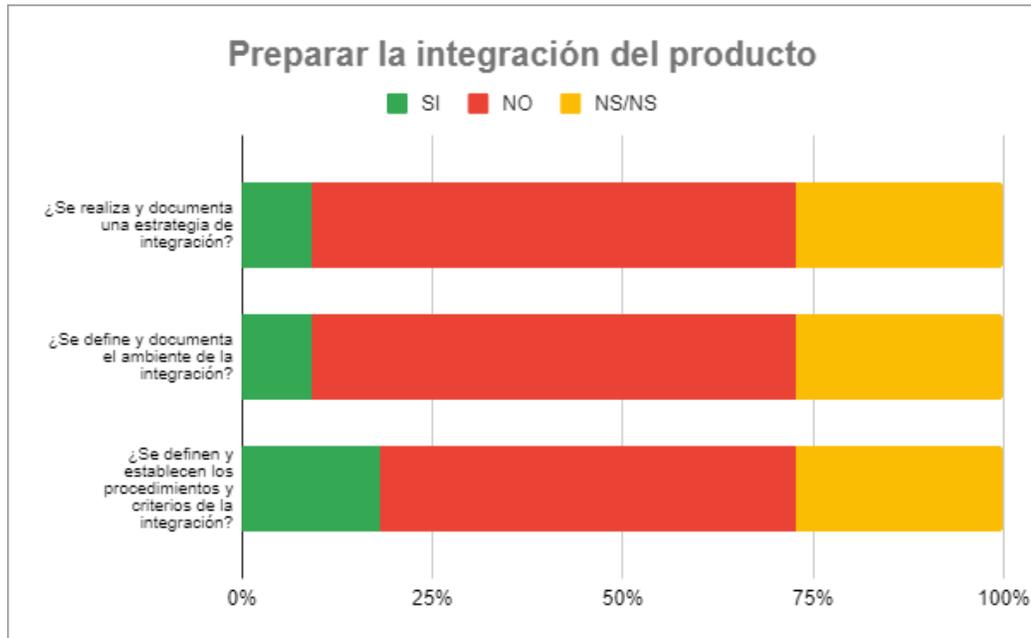
- **Meta específica - Preparar la integración del producto**

Tabla 30. Meta específica - Preparar la integración del producto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza y documenta una estrategia de integración?	9,1%	63,6%	27,3%
¿Se define y documenta el ambiente de la integración?	9,1%	63,6%	27,3
¿Se definen y establecen los procedimientos y criterios de la integración?	18,2%	54,5%	27,3 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Preparar la integración del producto



Fuente: Elaboración propia

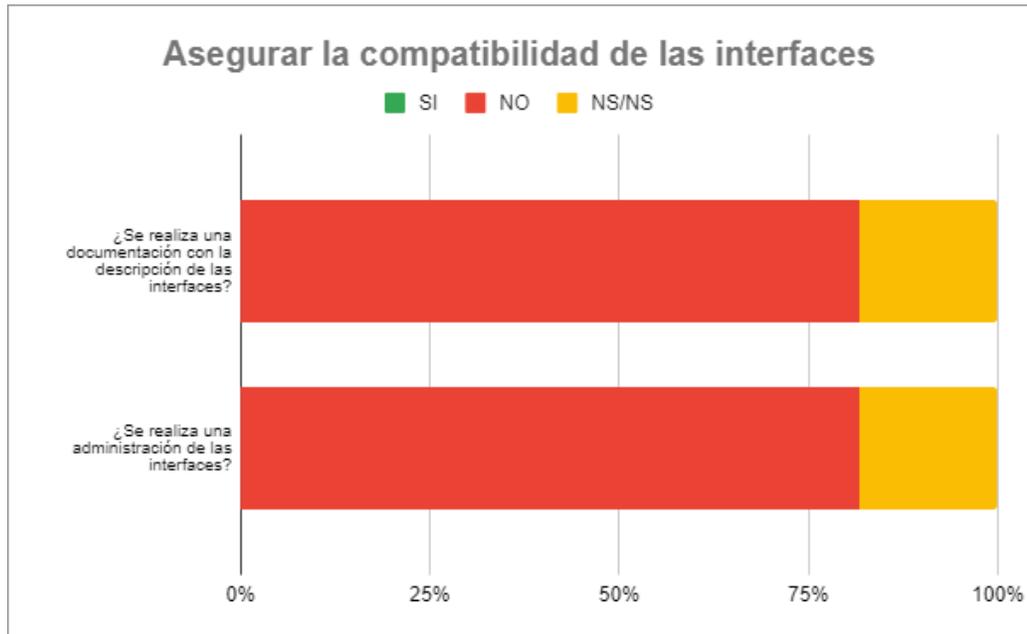
- **Meta específica - Asegurar la compatibilidad de las interfaces**

Tabla 31. Meta específica - Asegurar la compatibilidad de las interfaces

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una documentación con la descripción de las interfaces?	0,0%	81,8%	18,2%
¿Se realiza una administración de las interfaces?	0,0%	81,8%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Asegurar la compatibilidad de las interfases



Fuente: Elaboración propia

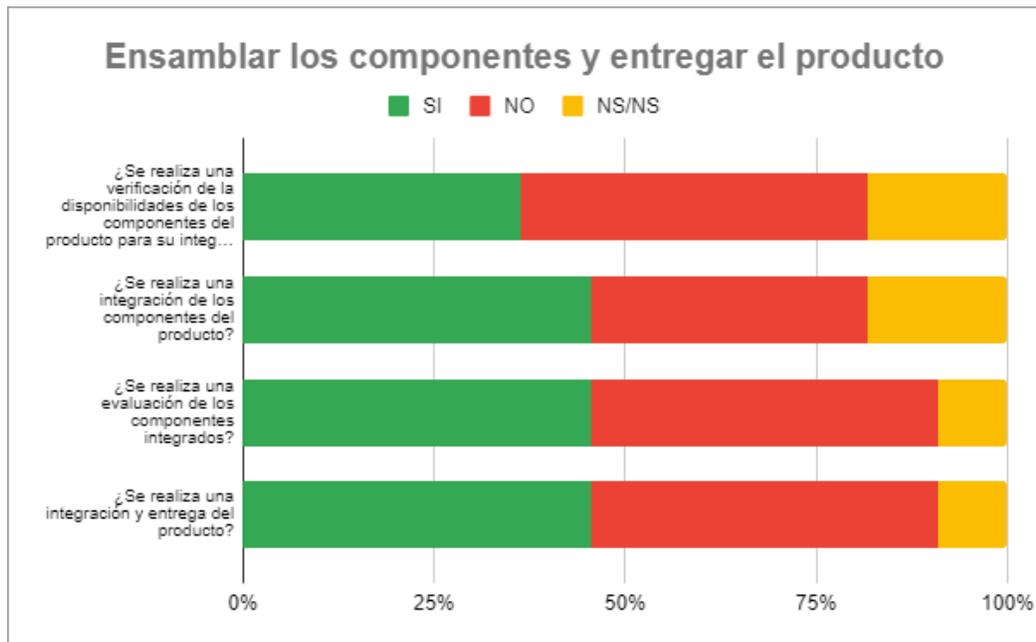
- **Meta específica - Ensamblar los componentes y entregar el producto**

Tabla 32. Meta específica - Ensamblar los componentes y entregar el producto

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una verificación de la disponibilidad de los componentes del producto para su integración?	36,4%	45,5%	18,2%
¿Se realiza una integración de los componentes del producto?	45,5%	36,4%	18,2%
¿Se realiza una evaluación de los componentes integrados?	45,5%	45,5%	9,1%
¿Se realiza una integración y entrega del producto?	45,5%	45,5%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Ensamblar los componentes y entregar el producto



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.5 Área de proceso de Verificación (VER)

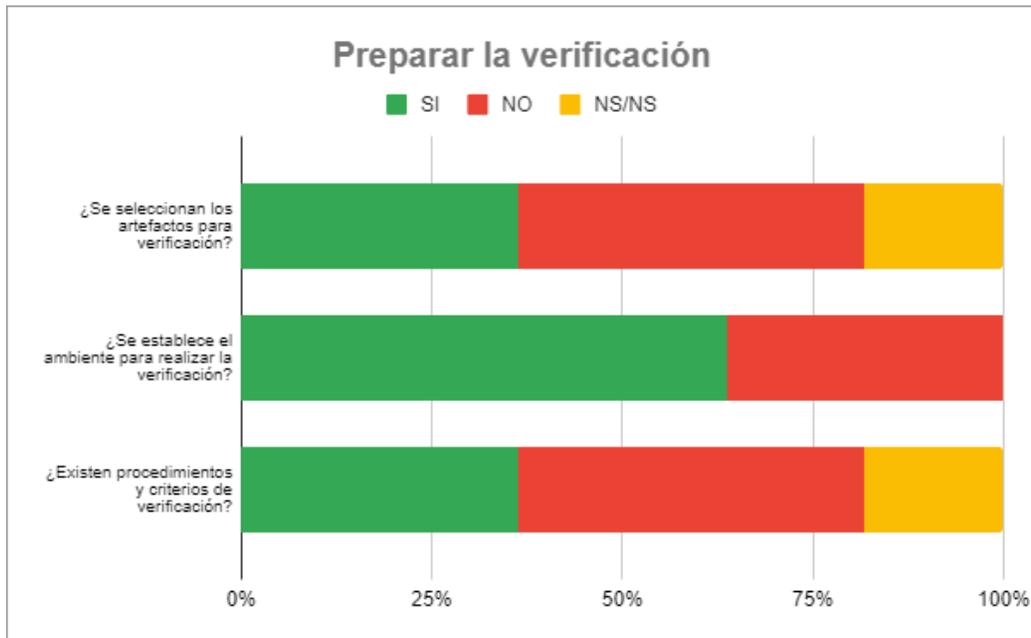
- **Meta específica - Preparar la verificación**

Tabla 33. Meta específica - Preparar la verificación

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se seleccionan los artefactos para verificación?	36,4%	45,5%	18,2%
¿Se establece el ambiente para realizar la verificación?	63,6%	36,4%	0,0%
¿Existen procedimientos y criterios de verificación?	36,4%	45,5%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Preparar la verificación



Fuente: Elaboración propia

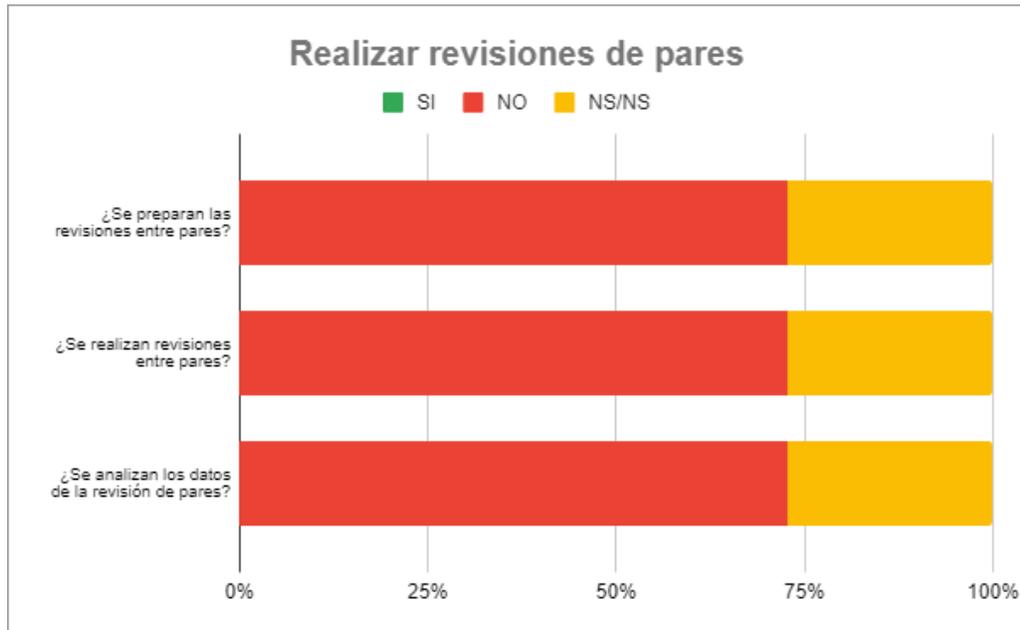
- **Meta específica - Realizar revisiones de pares**

Tabla 34. Meta específica - Realizar revisiones de pares

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se preparan las revisiones entre pares?	0,0%	72,7%	27,3%
¿Se realizan revisiones entre pares?	0,0%	72,7%	27,3%
¿Se analizan los datos de la revisión de pares?	0,0%	72,7%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 36. Realizar revisiones de pares



Fuente: Elaboración propia

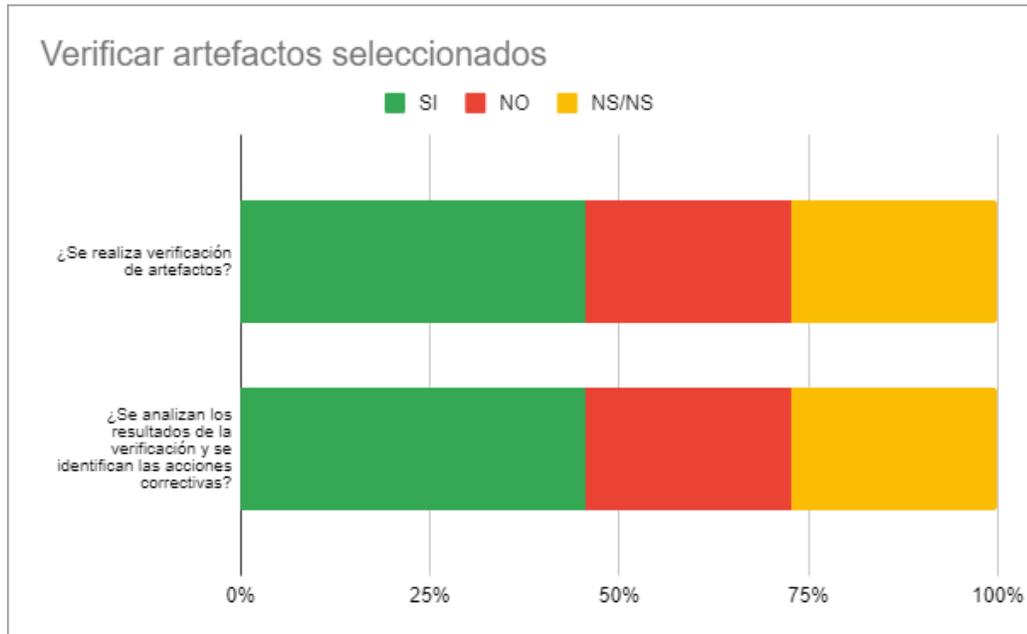
- **Meta específica - Verificar artefactos seleccionados**

Tabla 35. Meta específica - Verificar artefactos seleccionados

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza verificación de artefactos?	45,5%	27,3%	27,3%
¿Se analizan los resultados de la verificación y se identifican las acciones correctivas?	45,5%	27,3%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Verificar artefactos seleccionados



Fuente: Elaboración propia

3.1.3.6 Área de proceso de Validación (VAL)

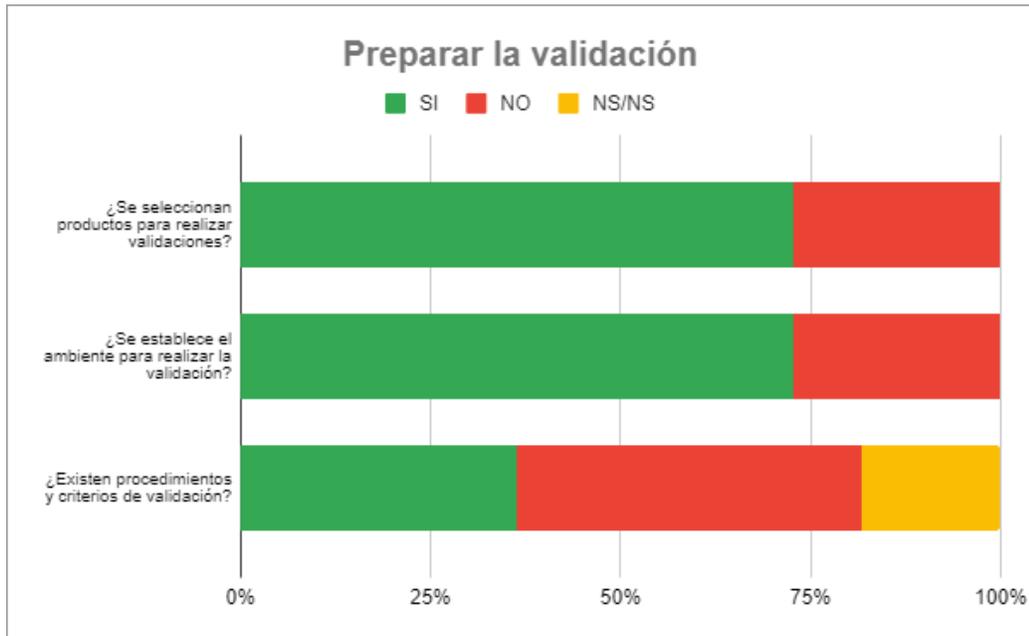
- **Meta específica - Preparar la validación**

Tabla 36. Meta específica - Preparar la validación

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se seleccionan productos para realizar validaciones?	72,7%	27,3%	0,0%
¿Se establece el ambiente para realizar la validación?	72,7%	27,3%	0,0%
¿Existen procedimientos y criterios de validación?	36,4%	45,5%	18,2%

Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Preparar la validación



Fuente: Elaboración propia

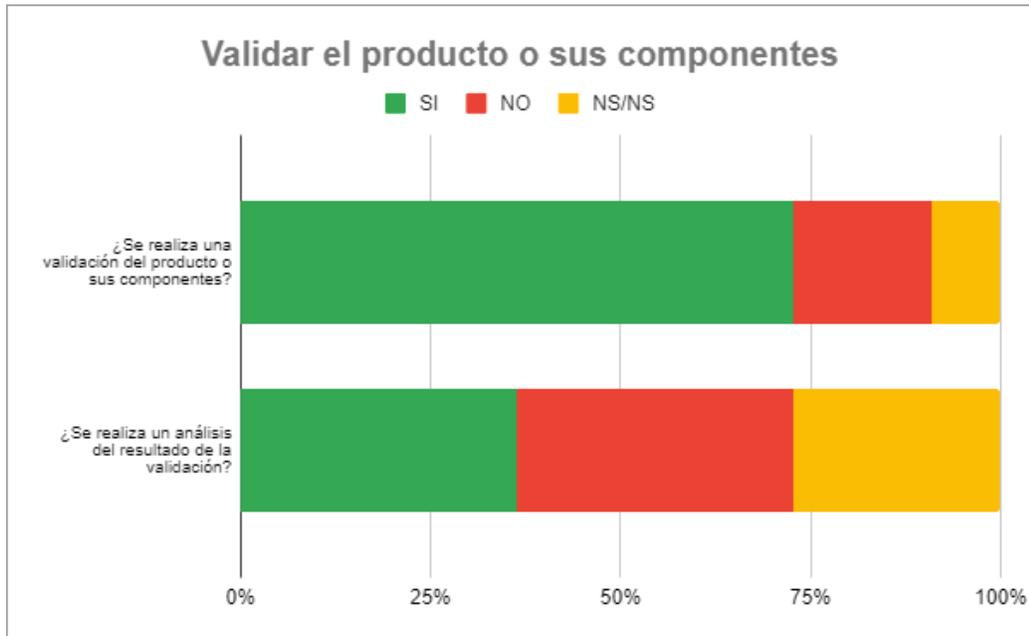
- **Meta específica - Validar el producto o sus componentes**

Tabla 37. Meta específica - Validar el producto o sus componentes

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una validación del producto o sus componentes?	72,7%	18,2%	9,1%
¿Se realiza un análisis del resultado de la validación?	36,4%	36,4%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 39. Validar el producto o sus componentes



Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Categoría de soporte

3.1.4.1 Área de proceso de Gestión de Configuración (CM)

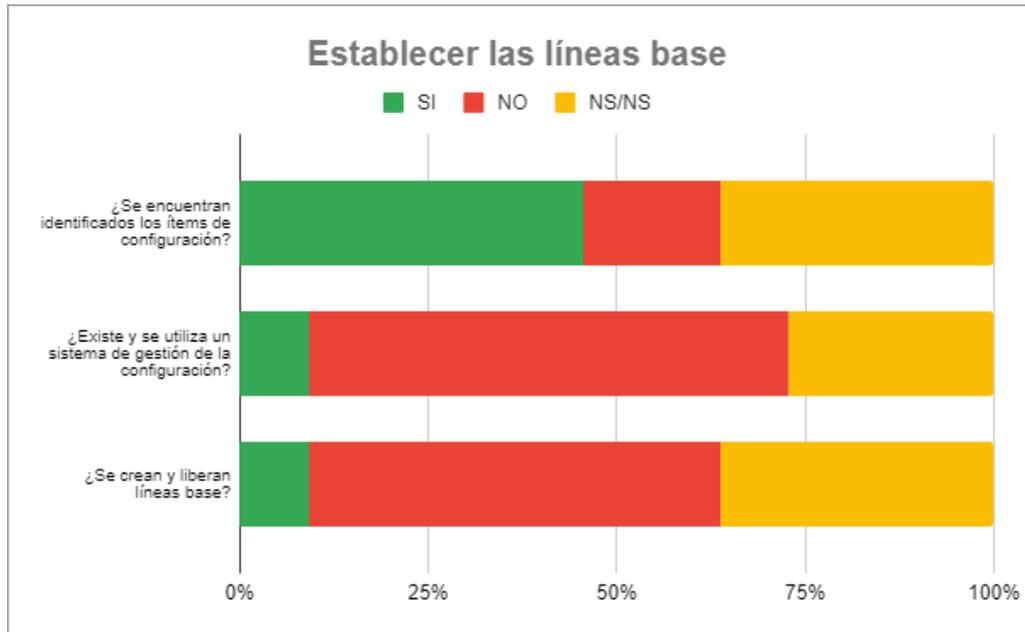
- Meta específica - Establecer las líneas base

Tabla 38. Meta específica - Establecer las líneas base

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran identificados los ítems de configuración?	45,5%	18,2%	36,4%
¿Existe y se utiliza un sistema de gestión de la configuración?	9,1%	63,6%	27,3%
¿Se crean y liberan líneas base?	9,1%	54,5%	36,4%

Fuente: Elaboración propia

Figura 40. Establecer las líneas base



Fuente: Elaboración propia

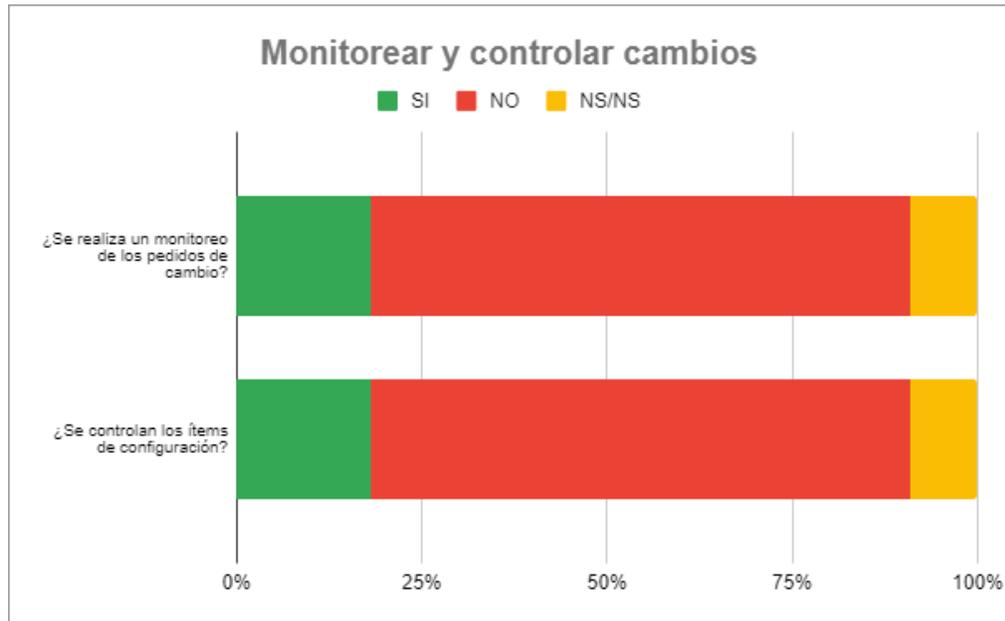
- **Meta específica - Monitorear y controlar cambios**

Tabla 39. Meta específica - Monitorear y controlar cambios

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un monitoreo de los pedidos de cambio?	18,2%	72,7%	9,1%
¿Se controlan los ítems de configuración?	18,2%	72,7%	9,1%

Fuente: Elaboración propia

Figura 41. Monitorear y controlar cambios



Fuente: Elaboración propia

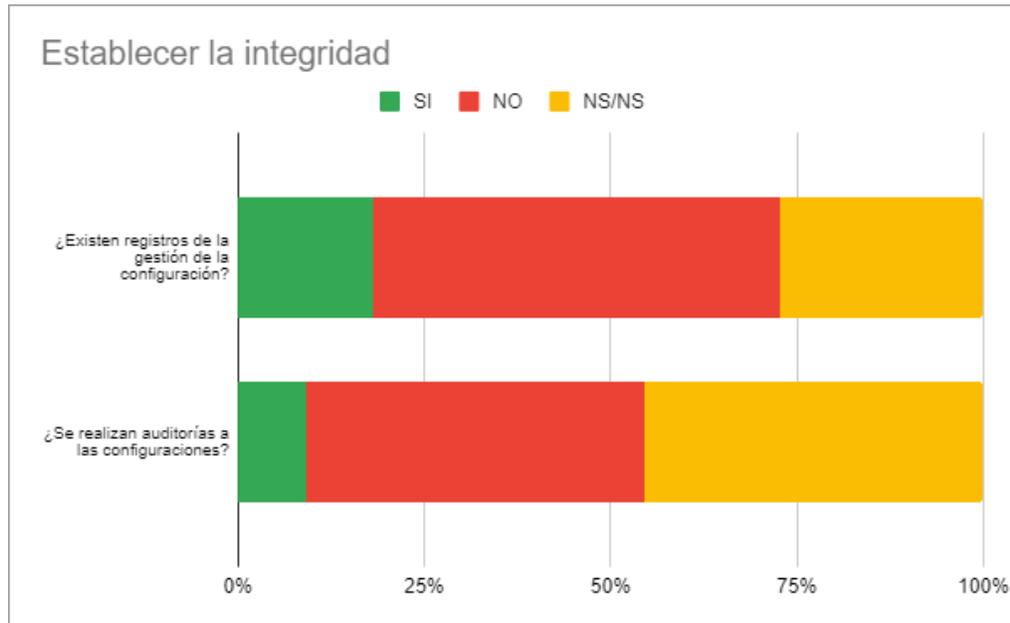
- **Meta específica - Establecer la integridad**

Tabla 40. Meta específica - Establecer la integridad

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Existen registros de la gestión de la configuración?	18,2%	54,5%	27,3%
¿Se realizan auditorías a las configuraciones?	9,1%	45,5%	45,5%

Fuente: Elaboración propia

Figura 42. Establecer la integridad



Fuente: Elaboración propia

3.1.4.2 Área de proceso de aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA)

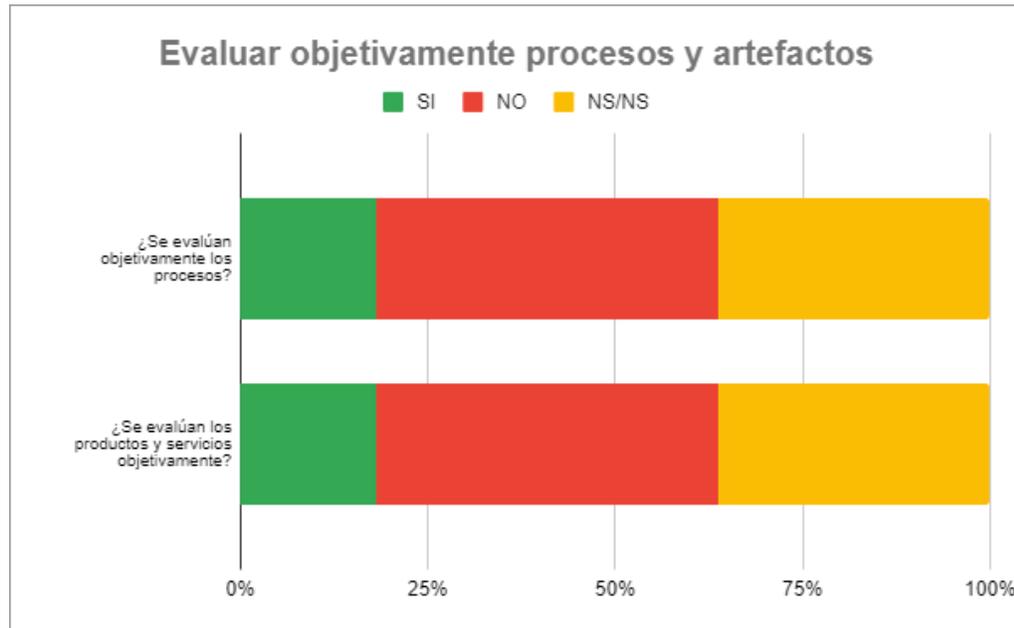
- **Meta específica - Evaluar objetivamente procesos y artefactos**

Tabla 41. Meta específica - Evaluar objetivamente procesos y artefactos

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se evalúan objetivamente los procesos?	18,2%	45,5%	36,4%
¿Se evalúan los productos y servicios objetivamente?	18,2%	45,5%	36,4%

Fuente: Elaboración propia

Figura 43. Evaluar objetivamente procesos y artefactos



Fuente: Elaboración propia

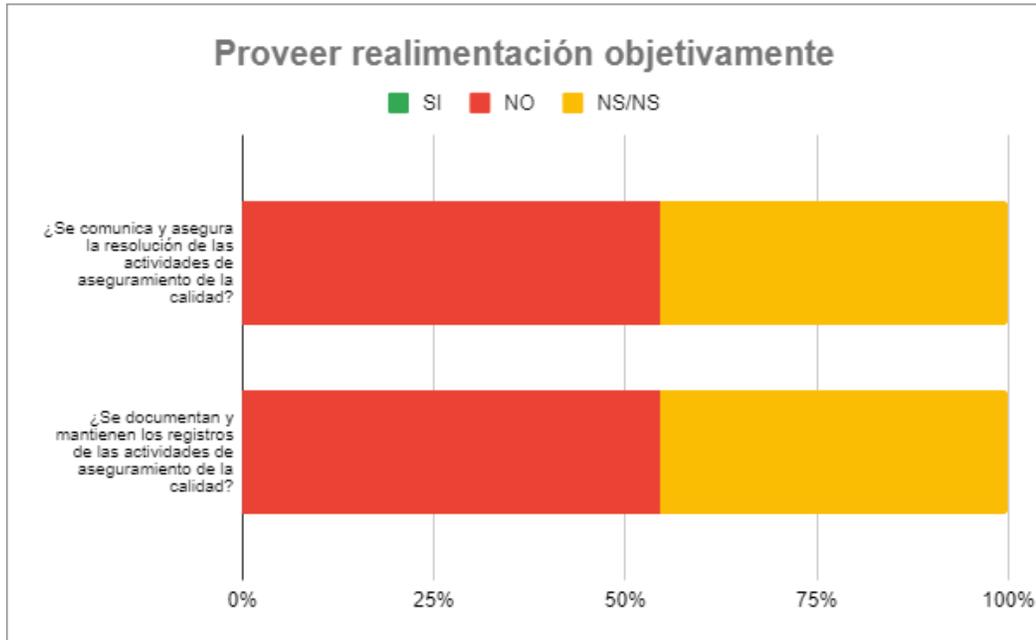
- **Meta específica - Proveer realimentación objetivamente**

Tabla 42. Meta específica - Proveer realimentación objetivamente

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se comunica y asegura la resolución de las actividades de aseguramiento de la calidad?	0%	55%	45%
¿Se documentan y mantienen los registros de las actividades de aseguramiento de la calidad?	0%	55%	45%

Fuente: Elaboración propia

Figura 44. Proveer realimentación objetivamente



Fuente: Elaboración propia

3.1.4.3 Área de proceso de Medición y Análisis (MA)

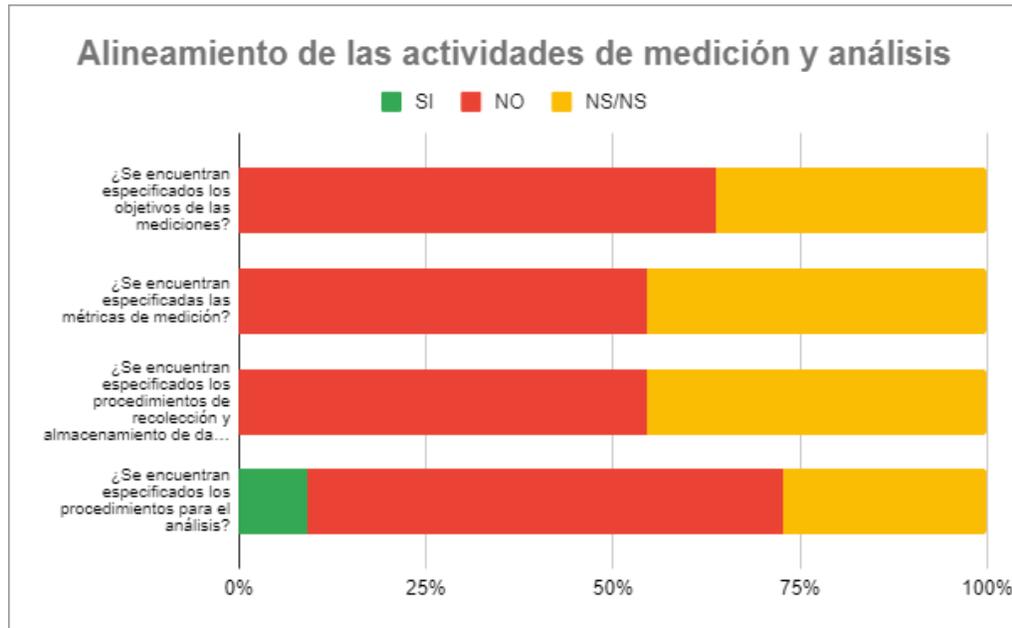
- **Meta específica - Alineamiento de las actividades de medición y análisis**

Tabla 43. Meta específica - Alineamiento de las actividades de medición y análisis

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran especificados los objetivos de las mediciones?	0,0%	63,6%	36,4%
¿Se encuentran especificadas las métricas de medición?	0,0%	54,5%	45,5%
¿Se encuentran especificados los procedimientos de recolección y almacenamiento de datos?	0,0%	54,5%	45,5%
¿Se encuentran especificados los procedimientos para el análisis?	9,1%	63,6%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 45. Alineamiento de las actividades de medición y análisis



Fuente: Elaboración propia

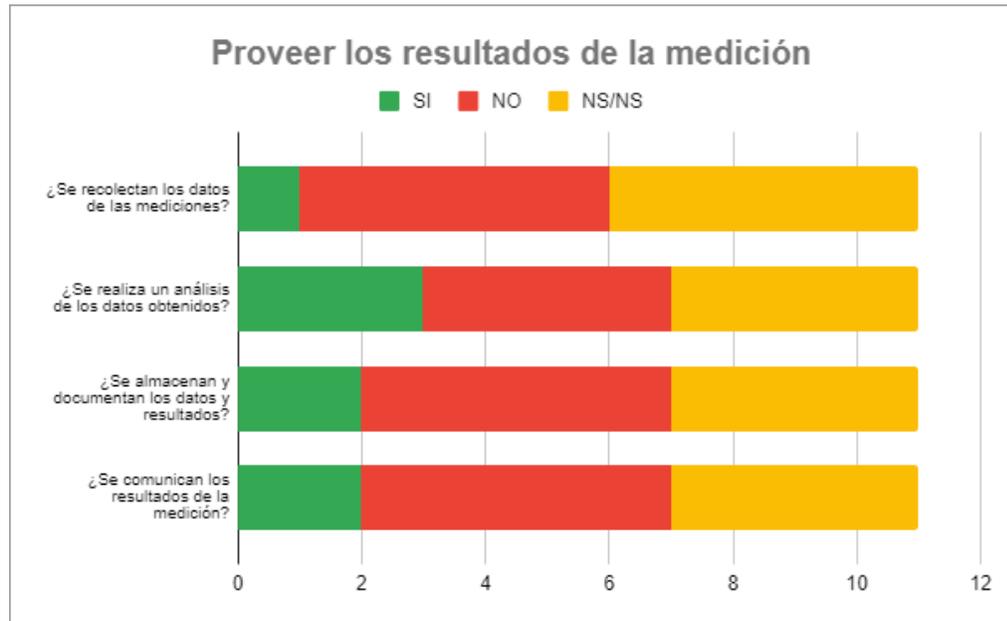
- **Meta específica - Proveer los resultados de la medición**

Tabla 44. Meta específica - Proveer los resultados de la medición

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Se recolectan los datos de las mediciones?	9,1 %	45,5 %	45,5 %
¿Se realiza un análisis de los datos obtenidos?	27,3 %	36,4 %	36,4 %
¿Se almacenan y documentan los datos y resultados?	18,2 %	45,5 %	36,4 %
¿Se comunican los resultados de la medición?	18,2 %	45,5 %	36,4 %

Fuente: Elaboración propia

Figura 46. Proveer los resultados de la medición



Fuente: Elaboración propia

3.1.4.4 Área de proceso de Análisis de Decisiones y Resolución (DAR)

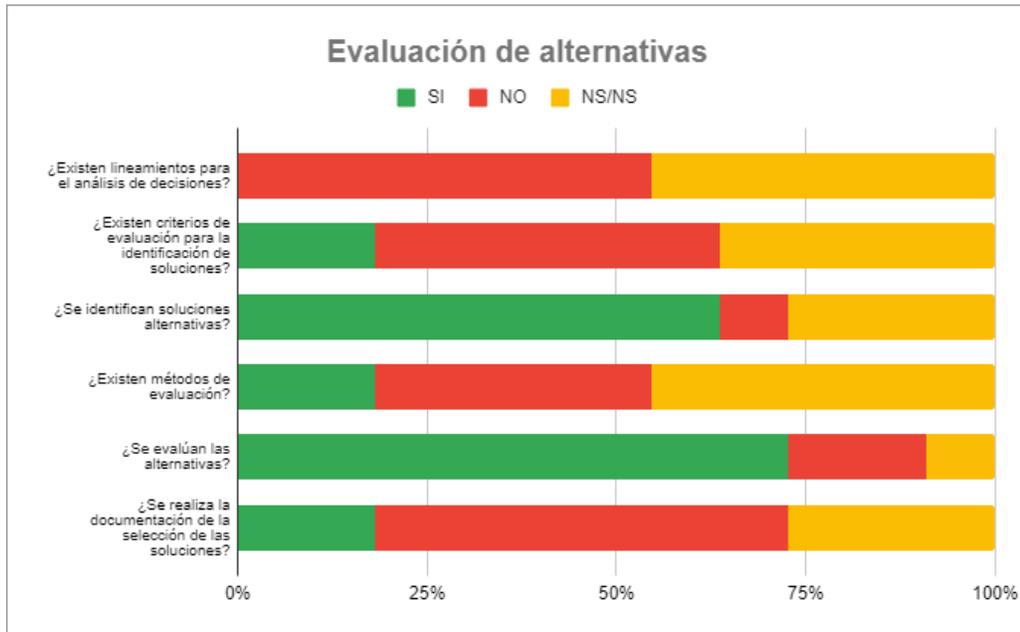
- **Meta específica - Evaluación de alternativas**

Tabla 45. Meta específica - Evaluación de alternativas

Práctica	SI	NO	NS/NC
¿Existen lineamientos para el análisis de decisiones?	0,0%	54,5%	45,5%
¿Existen criterios de evaluación para la identificación de soluciones?	18,2%	45,5%	36,4%
¿Se identifican soluciones alternativas?	63,6%	9,1%	27,3%
¿Existen métodos de evaluación?	18,2%	36,4%	45,5%
¿Se evalúan las alternativas?	72,7%	18,2%	9,1%
¿Se realiza la documentación de la selección de las soluciones?	18,2%	54,5%	27,3%

Fuente: Elaboración propia

Figura 47. Evaluación de alternativas



Fuente: Elaboración propia

3.2 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SCAMPI

De la información recopilada en las encuestas, se originó el siguiente resultado de evaluación SCAMPI de cada una de las áreas de proceso contempladas en CMMI Dev nivel 3, a continuación, se presentan dichos resultados por categorías.

3.2.1 Categoría de gestión del proceso. En esta categoría se presentan los resultados de las siguientes áreas de proceso, enfoque en proceso de la organización, definición de procesos en la organización y formación en la organización.

Enfoque en procesos de la organización (OFP): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

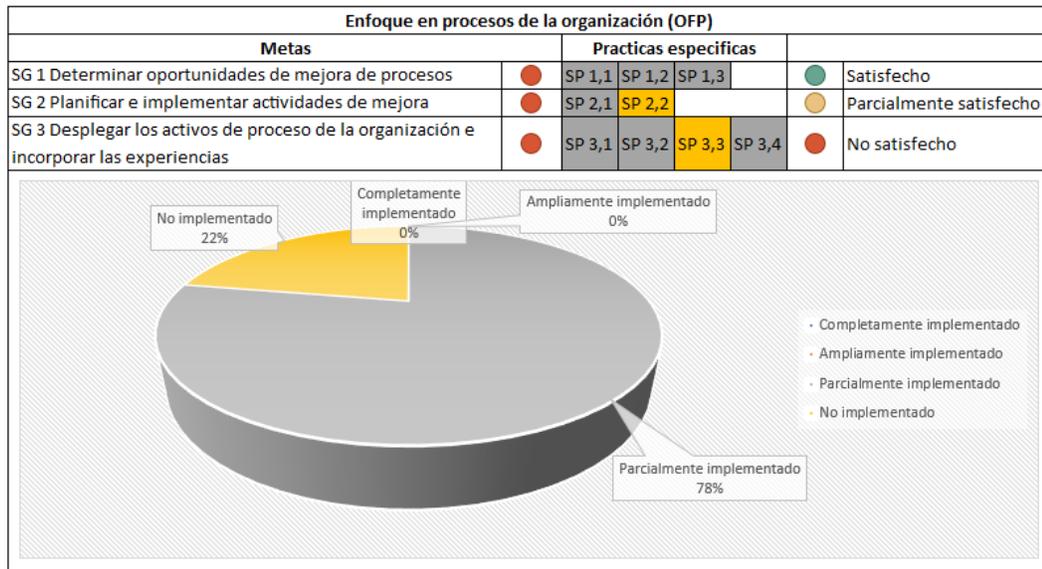
- SG 1: Determinar las oportunidades de mejora de procesos.

- SP 1.1: Establecer las necesidades de proceso de la organización.
- SP 1.2: Evaluar los procesos de la organización.
- SP 1.3: Identificar las mejoras de procesos de la organización.

- SG 2: Planificar e implementar las acciones de proceso.
 - SP 2.1: Establecer los planes de acción de proceso.
 - SP 2.2: Implementar los planes de acción de proceso.

- SG 3: Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las experiencias.
 - SP 3.1: Desplegar los activos de proceso de la organización.
 - SP 3.2: Desplegar los procesos estándar.
 - SP 3.3: Monitorizar la implementación.
 - SP 3.4: Incorporar las experiencias en los activos de proceso de la organización.

Figura 48. Resultado enfoque en procesos de la organización (OFP)



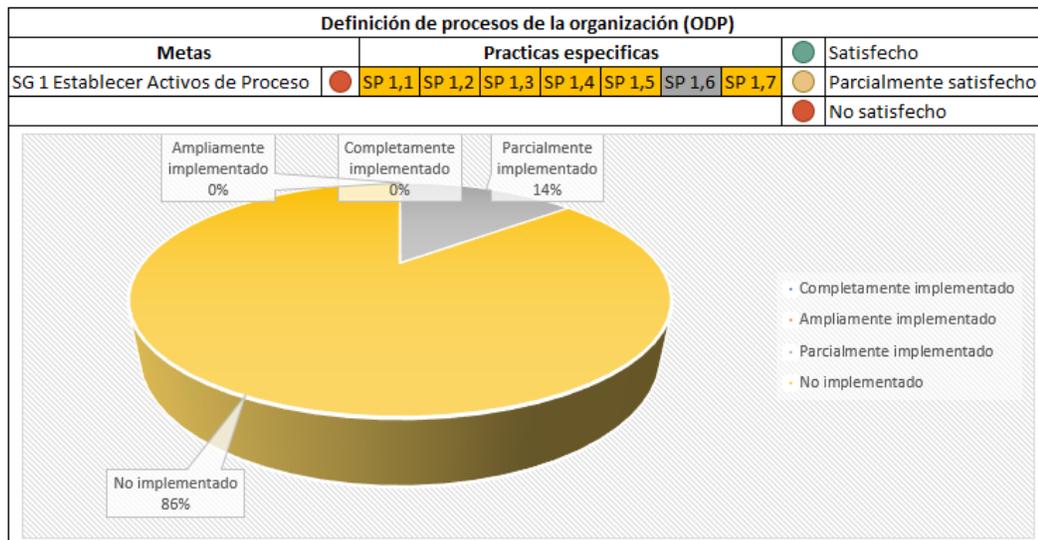
Fuente: Elaboración propia

En esta área se encontró que existe desconocimiento o ausencia de los procesos que se tienen definidos actualmente en el departamento de sistemas de información de la universidad.

Definición de procesos en la organización (ODP): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Establecer los activos de proceso de la organización.
 - SP 1.1: Establecer los procesos estándar.
 - SP 1.2: Establecer las descripciones de los modelos de ciclo de vida.
 - SP 1.3: Establecer los criterios y las guías de adaptación.
 - SP 1.4: Establecer el repositorio de mediciones de la organización.
 - SP 1.5: Establecer la biblioteca de activos de proceso de la organización.
 - SP 1.6: Establecer los estándares del entorno de trabajo.
 - SP 1.7: Establecer las reglas y guías para los equipos.

Figura 49. Resultado definición de procesos de la organización (ODP)



Fuente: Elaboración propia

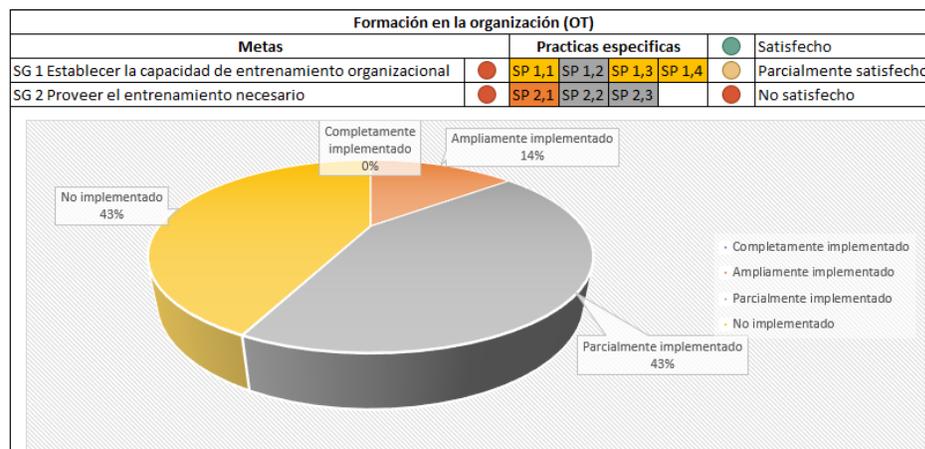
En esta área se encontró que existe desconocimiento o ausencia de los procesos que se tienen definidos actualmente en el departamento de sistemas de información de la universidad.

Formación en la organización (OT): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Establecer una capacidad de formación de la organización.
 - SP 1.1: Establecer las necesidades estratégicas de formación.
 - SP 1.2: Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.
 - SP 1.3: Establecer un plan táctico de formación en la organización.
 - SP 1.4: Establecer una capacidad de formación.

- SG 2: Proporcionar formación.
 - SP 2.1: Impartir la formación.
 - SP 2.2: Establecer los registros de formación.
 - SP 2.3: Evaluar la eficacia de la formación.

Figura 50. Resultado formación en la organización (OT)



Fuente: Elaboración propia

En esta área se encuentra que se realizan capacitaciones internas a los integrantes del equipo del departamento de sistemas de información de la universidad.

3.2.2 Categoría de gestión de proyectos. En esta categoría se presentan los resultados de las siguientes áreas de proceso, planificación del proyecto, monitoreo y control del proyecto, gestión de acuerdos con proveedores, gestión integrada del proyecto y gestión de riesgos.

Planificación del proyecto (PP): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

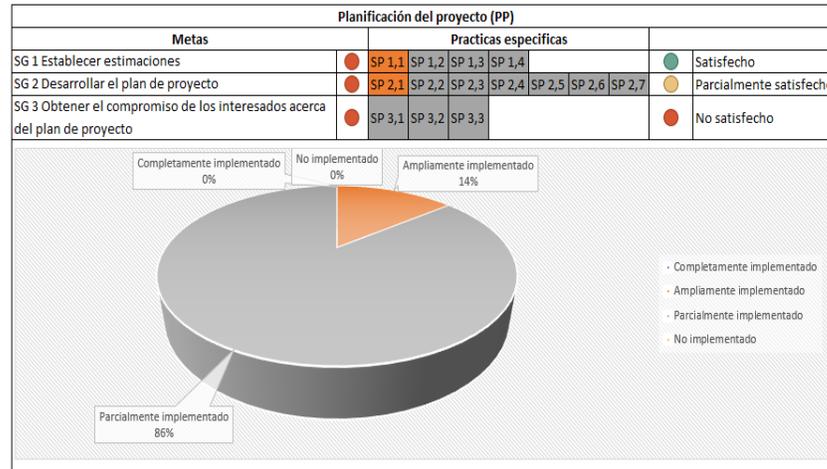
- SG 1: Establecer las estimaciones.
 - SP 1.1: Estimar el alcance del proyecto.
 - SP 1.2: Establecer las estimaciones de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas.
 - SP 1.3: Definir las fases del ciclo de vida del proyecto.
 - SP 1.4: Estimar el esfuerzo y el coste.

- SG 2: Desarrollar un plan de proyecto.
 - SP 2.1: Establecer el presupuesto y el calendario.
 - SP 2.2: Identificar los riesgos del proyecto.
 - SP 2.3: Planificar la gestión de los datos.
 - SP 2.4: Planificar los recursos del proyecto.
 - SP 2.5: Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.
 - SP 2.6: Planificar la involucración de las partes interesadas.
 - SP 2.7: Establecer el plan de proyecto.

- SG 3: Obtener el compromiso con el plan.
 - SP 3.1: Revisar los planes que afectan al proyecto.
 - SP 3.2: Conciliar los niveles de trabajo y de recursos.

- SP 3.3: Obtener el compromiso con el plan.

Figura 51. Resultado planificación del proyecto (PP)



Fuente: Elaboración propia

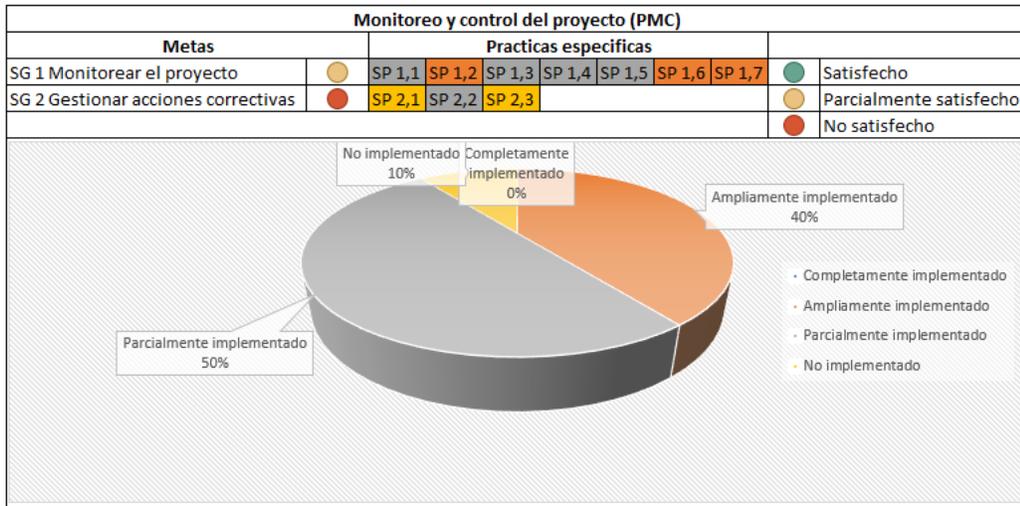
En esta área se encontró que la gran parte de los integrantes del equipo desconoce cómo se realizan las estimaciones, los planes y la obtención del compromiso con los interesados de los proyectos.

Monitoreo y control del proyecto (PMC): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Monitorear el proyecto frente al plan.
 - SP 1.1: Monitorear los parámetros de planificación del proyecto.
 - SP 1.2: Monitorear los compromisos.
 - SP 1.3: Monitorear los riesgos del proyecto.
 - SP 1.4: Monitorear la gestión de los datos.
 - SP 1.5: Monitorear la involucración de las partes interesadas.
 - SP 1.6: Llevar a cabo las revisiones del progreso.
 - SP 1.7: Llevar a cabo las revisiones de hitos.

- SG 2: Gestionar las acciones correctivas hasta su cierre.
 - SP 2.1: Analizar las cuestiones.
 - SP 2.2: Llevar a cabo las acciones correctivas.
 - SP 2.3: Gestionar las acciones correctivas.

Figura 52. Resultado monitoreo y control del proyecto (PMC)



Fuente: Elaboración propia

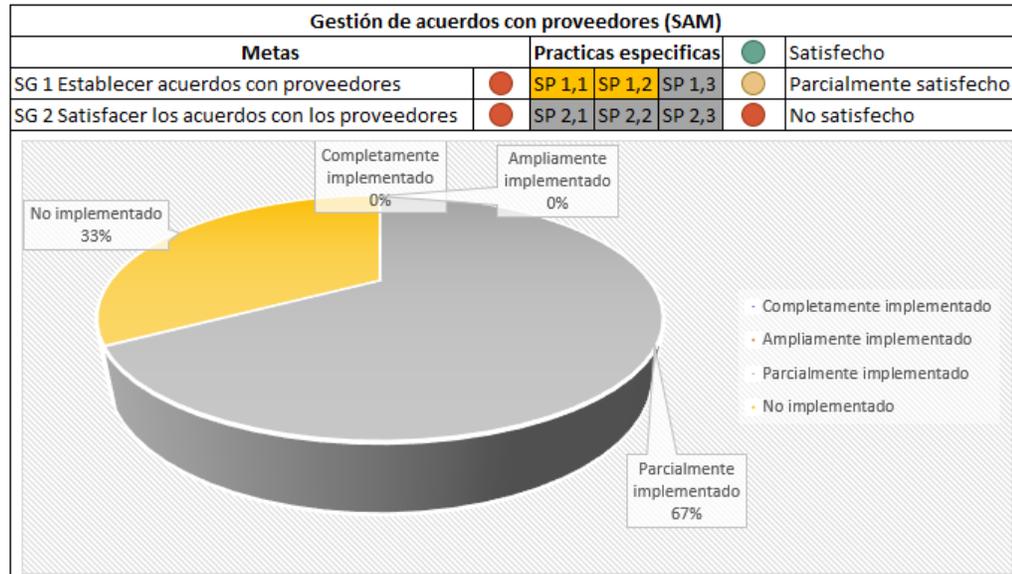
En esta área se encontró que existe un gran avance en la meta de monitoreo del proyecto, sin embargo, existe desconocimiento por parte del equipo en las acciones correctivas que se realizan a lo largo de la ejecución de cada uno de los proyectos.

Gestión de acuerdos con proveedores (SAM): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Establecer acuerdos con proveedores.
 - SP 1.1: Determinar el tipo de adquisición.
 - SP 1.2: Seleccionar a los proveedores.
 - SP 1.3: Establecer acuerdos con proveedores.

- SG 2: Satisfacer los acuerdos con los proveedores.
 - SP 2.1: Ejecutar el acuerdo con el proveedor.
 - SP 2.2: Aceptar el producto adquirido.
 - SP 2.3: Asegurar la transición de los productos.

Figura 53. Resultado gestión de acuerdos con proveedores (SAM)



Fuente: Elaboración propia

Para esta área se encontró que existe un desconocimiento de la gestión de acuerdos con los proveedores de la mayoría de los integrantes del equipo.

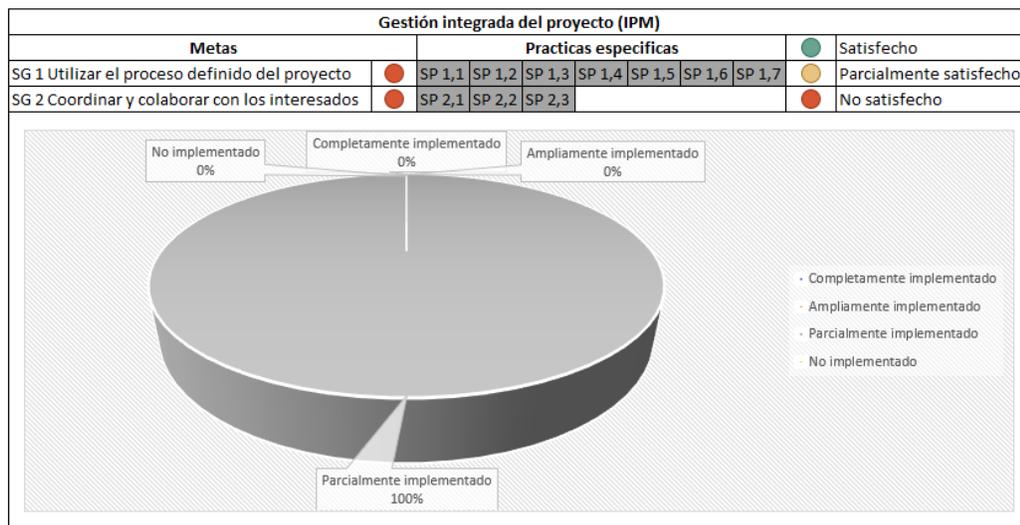
Gestión integrada del proyecto (IPM): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Utilizar el proceso definido del proyecto.
 - SP 1.1: Establecer el proceso definido del proyecto.
 - SP 1.2: Utilizar los activos de proceso de la organización para planificar las actividades del proyecto.
 - SP 1.3: Establecer el entorno de trabajo del proyecto.

- SP 1.4: Integrar los planes.
- SP 1.5: Gestionar el proyecto utilizando planes integrados.
- SP 1.6: Establecer los equipos.
- SP 1.7: Contribuir a los activos de proceso de la organización.

- SG 2: Coordinar y colaborar con las partes interesadas relevantes.
 - SP 2.1: Gestionar la involucración de las partes interesadas.
 - SP 2.2: Gestionar las dependencias.
 - SP 2.3: Resolver las cuestiones de coordinación.

Figura 54. Resultado gestión Integrada del proyecto (IPM)



Fuente: Elaboración propia

Para esta área de proceso, se encontró que se desconoce en su gran mayoría el proceso de la gestión integrada del proyecto por los integrantes del equipo del departamento de sistemas de información.

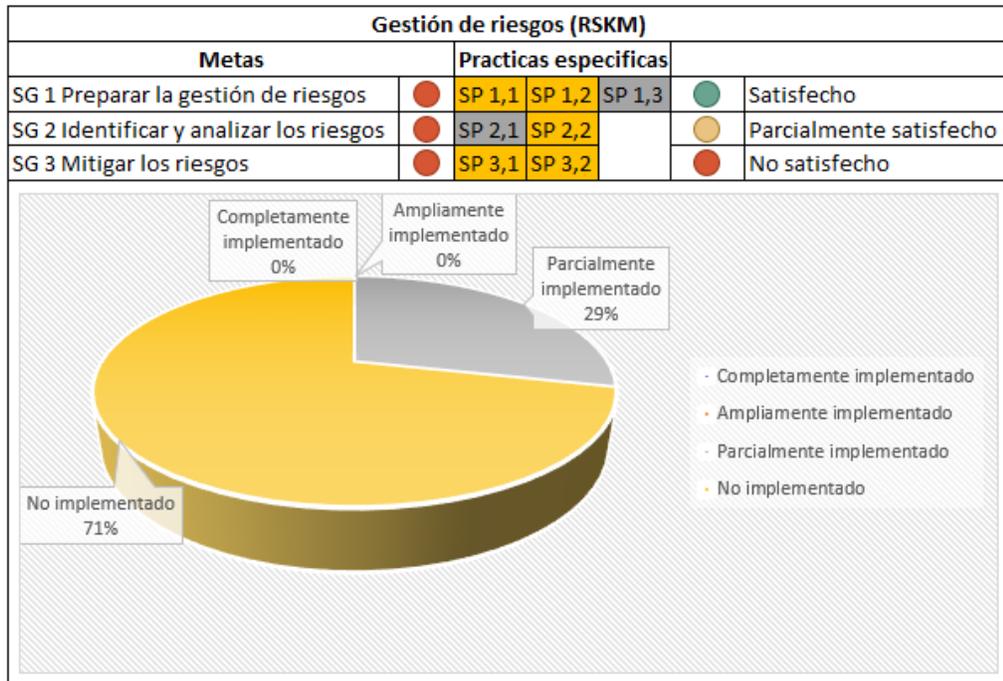
Gestión de riesgos (RSKM): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Preparar la gestión de riesgos.
 - SP 1.1: Determinar las fuentes y las categorías de riesgos.
 - SP 1.2: Definir los parámetros de riesgos.
 - SP 1.3: Establecer una estrategia de gestión de riesgos.

- SG 2: Identificar y analizar los riesgos.
 - SP 2.1: Identificar los riesgos.
 - SP 2.2: Evaluar, clasificar y priorizar los riesgos.

- SG 3: Mitigar los riesgos.
 - SP 3.1: Desarrollar los planes de mitigación de riesgos.
 - SP 3.2: Implementar los planes de mitigación de riesgos.

Figura 55. Resultado gestión de riesgos (RSKM)



Fuente: Elaboración propia

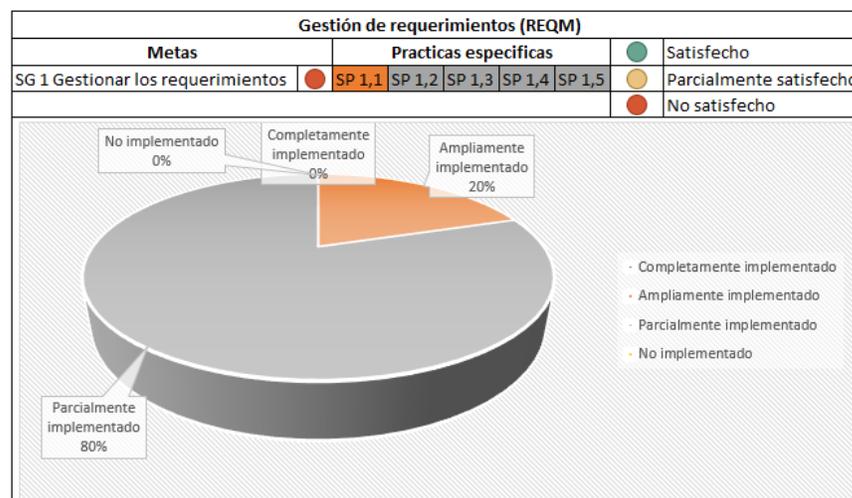
Para esta área se encontró que hay un desconocimiento en la gestión que se realiza de los riesgos en los proyectos que se ejecutan en el departamento.

3.2.3 Categoría de ingeniería. En esta categoría se presentan los resultados de las siguientes áreas de proceso, gestión de requerimientos, desarrollo de los requerimientos, solución técnica, integración del producto, verificación y validación.

Gestión de requerimientos (REQM): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Gestionar los requisitos.
 - SP 1.1: Comprender los requisitos.
 - SP 1.2: Obtener el compromiso sobre los requisitos.
 - SP 1.3: Gestionar los cambios a los requisitos.
 - SP 1.4: Mantener la trazabilidad bidireccional de los requisitos.
 - SP 1.5: Asegurar el alineamiento entre el trabajo del proyecto y los requisitos.

Figura 56. Resultado gestión de requerimientos (REQM)



Fuente: Elaboración propia

Para esta área se encontró que se tiene desconocimiento del proceso que se lleva para la gestión de los requerimientos en los proyectos de ingeniería de software.

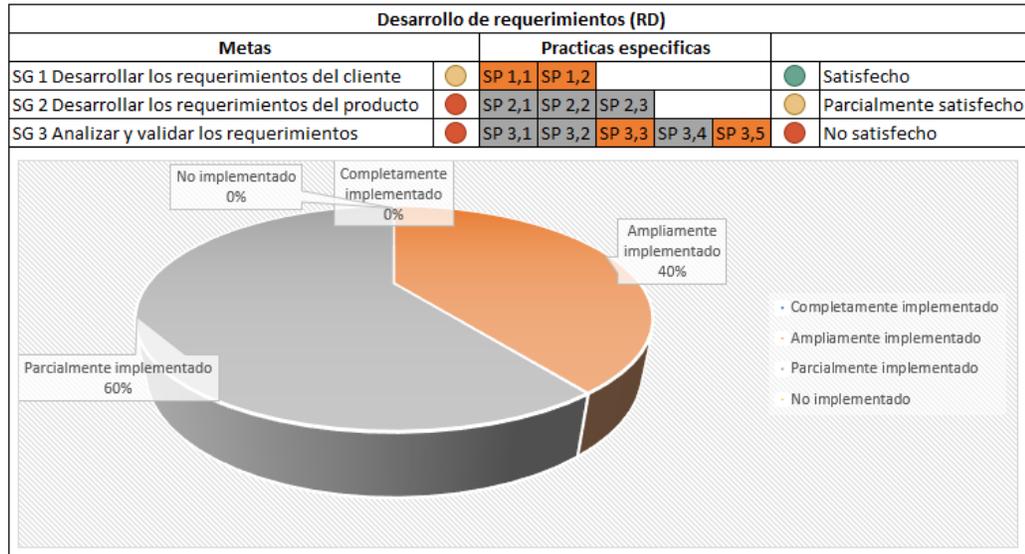
Desarrollo de requerimientos (RD): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Desarrollar los requerimientos de cliente.
 - SP 1.1: Obtener las necesidades.
 - SP 1.2: Trasformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente.

- SG 2: Desarrollar los requerimientos de producto.
 - SP 2.1: Establecer los requisitos de producto y de componente de producto.
 - SP 2.2: Asignar los requisitos de componente de producto.
 - SP 2.3: Identificar los requisitos de interfaz.

- SG 3: Analizar y validar los requerimientos
 - SP 3.1: Establecer los conceptos y los escenarios de operación.
 - SP 3.2: Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.
 - SP 3.3: Analizar los requisitos.
 - SP 3.4: Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio.
 - SP 3.5: Validar los requisitos.

Figura 57. Resultado desarrollo de requerimientos (RD)



Fuente: Elaboración propia

En esta área se encontró que hay un gran avance en la meta del desarrollo de los requerimientos del cliente, con respecto a las metas de análisis y validación de los requerimientos y del desarrollo de estos, hay desconocimiento por parte de los integrantes del equipo.

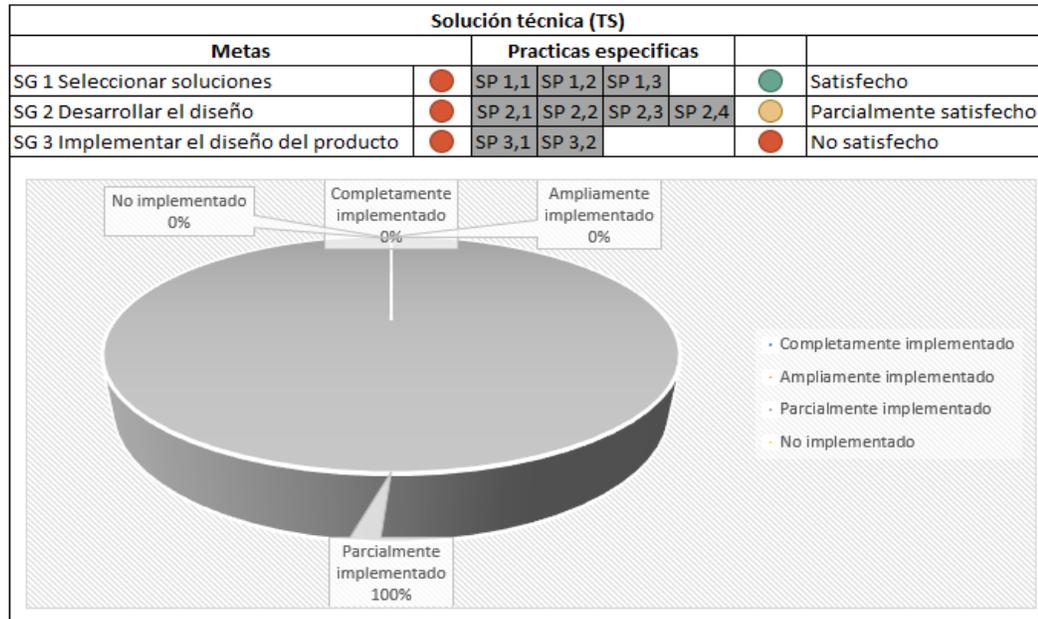
Solución técnica (TS): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Seleccionar soluciones de componentes de producto.
 - SP 1.1: Desarrollar soluciones alternativas y los criterios de selección.
 - SP 1.2: Seleccionar las soluciones de componentes de producto.

- SG 2: Desarrollar el diseño.
 - SP 2.1: Diseñar el producto o los componentes de producto.
 - SP 2.2: Establecer un paquete de datos técnicos.
 - SP 2.3: Diseñar las interfaces usando criterios.
 - SP 2.4: Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar.

- SG 3: Implementar el diseño del producto.
 - SP 3.1: Implementar el diseño.
 - SP 3.2: Desarrollar la documentación de soporte del producto.

Figura 58. Resultado solución técnica (TS)



Fuente: Elaboración propia

Para esta área se encontró que existe un desconocimiento de las prácticas que se deben llevar a cabo para la solución técnica.

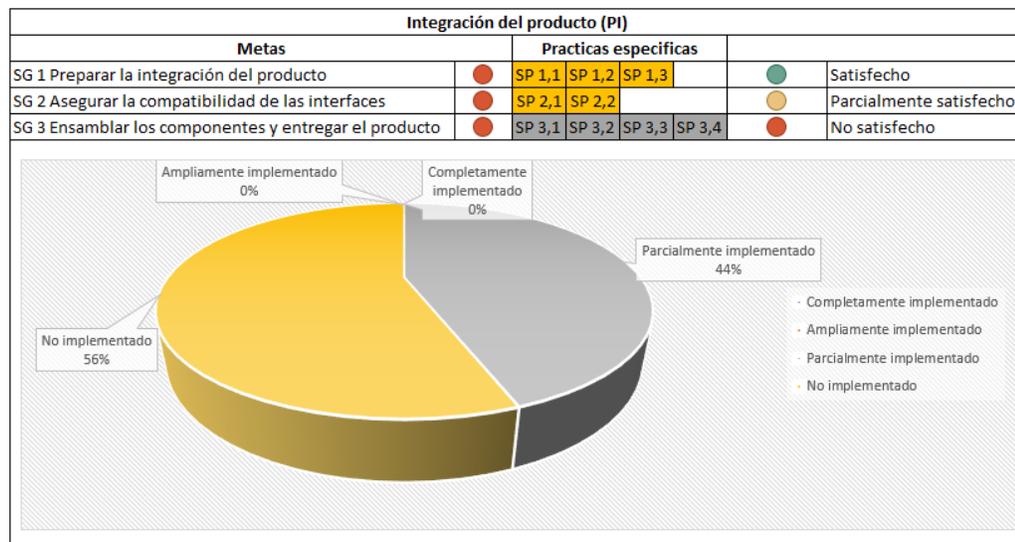
Integración del producto (PI): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Prepararse para la integración del producto.
 - SP 1.1: Establecer una estrategia de integración.
 - SP 1.2: Establecer el entorno de integración del producto.
 - SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de integración del producto.

- SG 2: Asegurar la compatibilidad de las interfaces.
 - SP 2.1: Revisar la completitud de las descripciones de las interfaces.
 - SP 2.2: Gestionar las interfaces.

- SG 3 Ensamblar los componentes de producto y entregar el producto.
 - SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para la integración.
 - SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto.
 - SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados.
 - SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o componente de producto.

Figura 59. Resultado integración del producto (PI)



Fuente: Elaboración propia

En esta área de proceso se encontró que se desconocen los lineamientos que se tienen en el departamento para la integración de los productos, también la inexistencia de un documento con los lineamientos para el desarrollo y diseño de las interfaces.

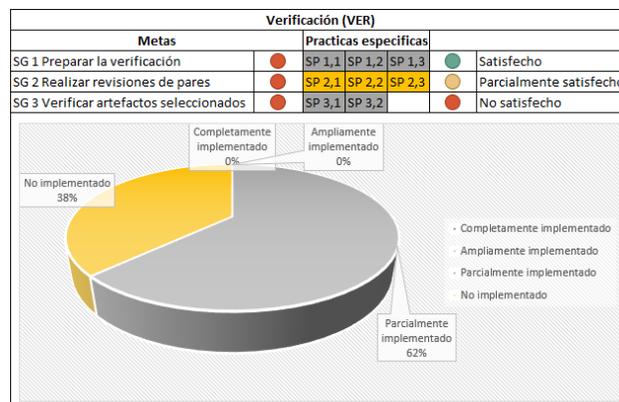
Verificación (VER): Las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Preparar la verificación.
 - SP 1.1: Seleccionar los productos de trabajo para la verificación.
 - SP 1.2: Establecer el entorno de verificación.
 - SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de verificación.

- SG 2: Realizar las revisiones entre pares.
 - SP 2.1: Preparar las revisiones entre pares.
 - SP 2.2: Realizar las revisiones entre pares.
 - SP 2.3: Analizar los datos de las revisiones entre pares.

- SG 3: Verificar los productos de trabajo seleccionados.
 - SP 3.1: Realizar la verificación.
 - SP 3.2: Analizar los resultados de la verificación.

Figura 60. Resultado verificación (VER)



Fuente: Elaboración propia

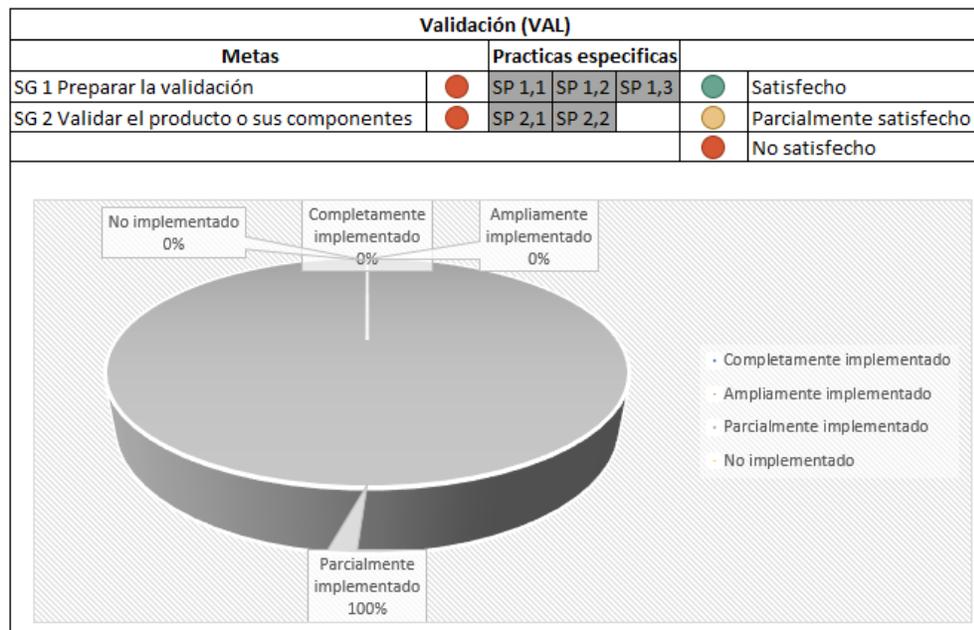
Para esta área se encontró la ausencia de revisiones por pares, y desconocimiento de que se realicen validaciones a los productos desarrollados.

Validación (VAL): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG1: Preparar la validación.
 - SP 1.1: Seleccionar los productos para la validación.
 - SP 1.2: Establecer el entorno de validación.
 - SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de validación.

- SG 2: Validar el producto o los componentes de producto.
 - SP 2.1: Realizar la validación.
 - SP 2.2: Analizar los resultados de la validación.

Figura 61. Resultado validación (VAL)



Fuente: Elaboración propia

Para esta área se encontró que hay desconocimiento sobre las validaciones que se realizan a los productos desarrollados.

3.2.4 Categoría de soporte. En esta categoría se presentan los resultados de las siguientes áreas de proceso, gestión de configuración, aseguramiento de la calidad del proceso y del producto, medición y análisis, análisis y resolución de decisiones.

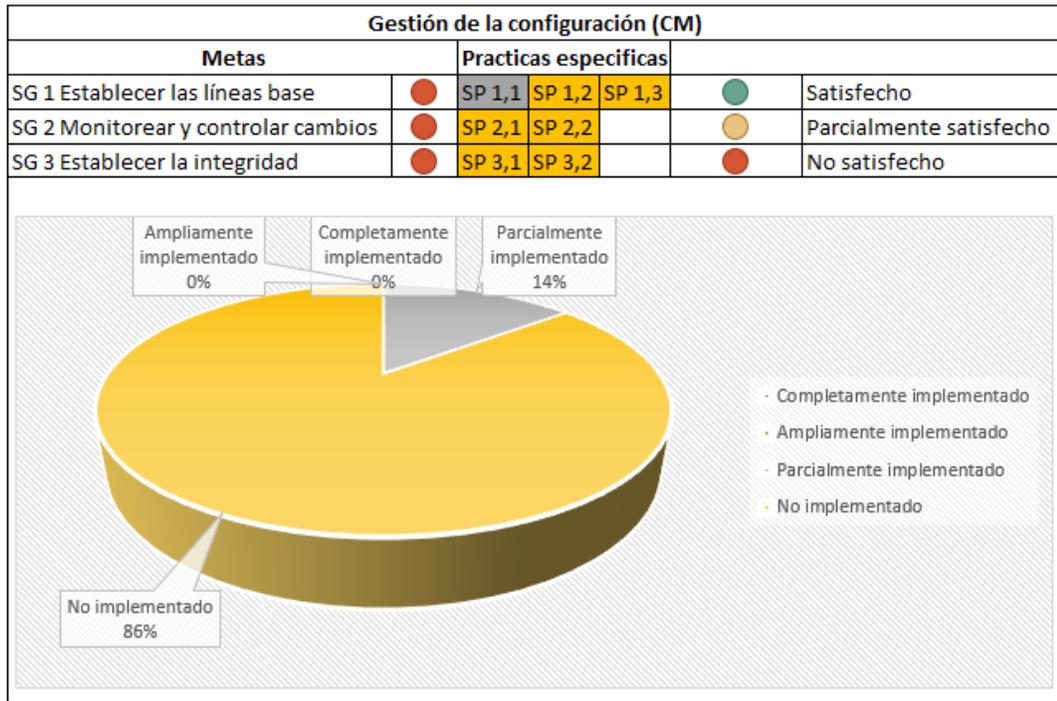
Gestión de configuración (CM): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Establecer las líneas base.
 - SP 1.1: Identificar los elementos de configuración.
 - SP 1.2: Establecer un sistema de gestión de configuración.
 - SP 1.3: Crear o liberar las líneas base.

- SG 2: Seguir y controlar los cambios.
 - SP 2.1: Seguir las peticiones de cambio.
 - SP 2.2: Controlar los elementos de configuración.

- SG 3: Establecer la integridad.
 - SP 3.1: Establecer los registros de gestión de configuración.
 - SP 3.2: Realizar auditorías de configuración.

Figura 62. Resultado gestión de la configuración (CM)



Fuente: Elaboración propia

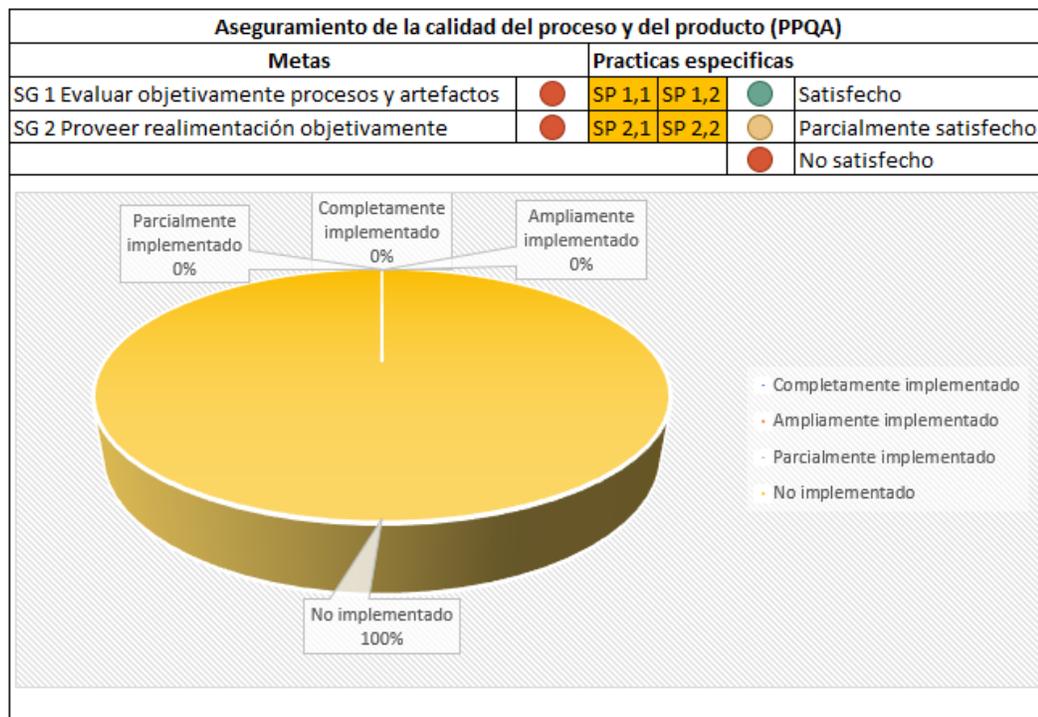
En esta área se encontró que existe desconocimiento sobre las prácticas de gestión de la configuración de los productos que se desarrollan en el área.

Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Evaluar objetivamente los procesos y los productos de trabajo.
 - SP 1.1: Evaluar objetivamente los procesos.
 - SP 1.2: Evaluar objetivamente los productos de trabajo.

- SG 2: Proporcionar una visión objetiva.
 - SP 2.1: Comunicar y resolver las no conformidades.
 - SP 2.2: Establecer los registros.

Figura 63. Resultado aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA)



Fuente: Elaboración propia

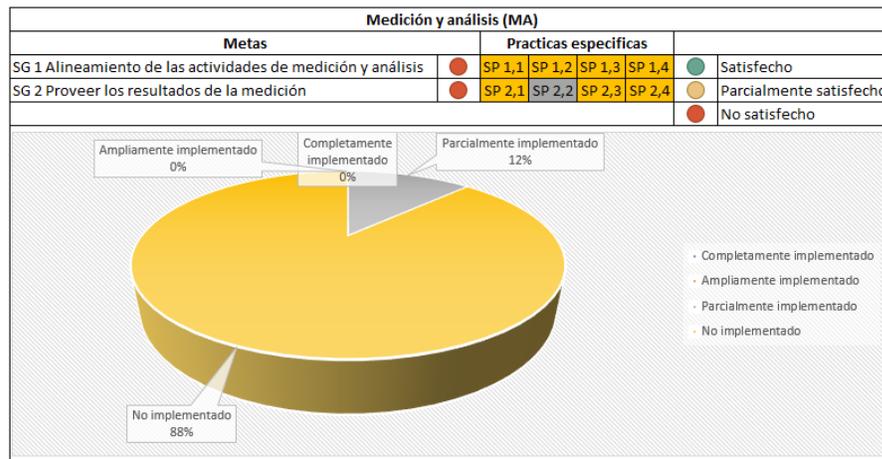
En esta área se encontró que no ha conocimiento por parte de los integrantes del departamento de sistemas de la universidad sobre las practicas que se realizan para asegurar la calidad del proceso y producto.

Medición y análisis (MA): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Alinear las actividades de medición y análisis.
 - SP 1.1: Establecer los objetivos de medición.
 - SP 1.2: Especificar las medidas.
 - SP 1.3: Especificar los procedimientos de recogida y de almacenamiento de datos.
 - SP 1.4: Especificar los procedimientos de análisis.

- SG 2: Proporcionar los resultados de la medición.
 - SP 2.1: Obtener los datos de la medición.
 - SP 2.2: Analizar los datos de la medición.
 - SP 2.3: Almacenar los datos y los resultados.
 - SP 2.4: Comunicar los resultados.

Figura 64. Resultado de medición y análisis (MA)



Fuente: Elaboración propia

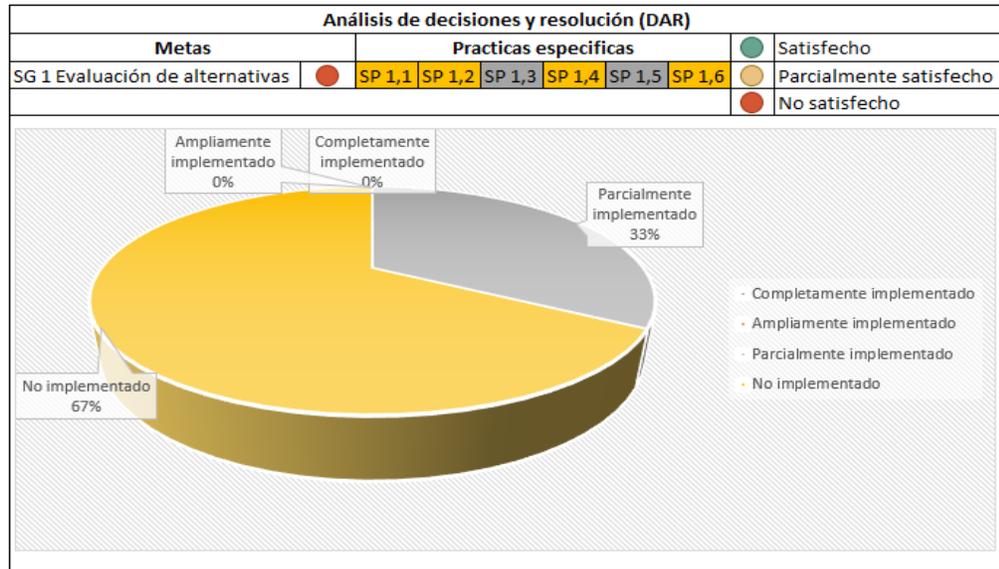
Para esta área se encontró que no hay conocimiento sobre realizar mediciones y análisis de mediciones a los productos desarrollados en el departamento.

Análisis de decisiones y resolución (DAR): las metas y prácticas específicas de esta área de proceso son las siguientes:

- SG 1: Evaluar las alternativas.
 - SP 1.1: Establecer las guías para el análisis de decisiones.
 - SP 1.2: Establecer los criterios de evaluación.
 - SP 1.3: Identificar las soluciones alternativas.
 - SP 1.4: Seleccionar los métodos de evaluación.
 - SP 1.5: Evaluar las soluciones alternativas.

- o SP 1.6: Seleccionar las soluciones.

Figura 65. Resultado análisis de decisiones y resoluciones (DAR)



Fuente: Elaboración propia

Para esta área se encontró que no hay conocimiento sobre las evaluaciones de las diferentes alternativas para adquisición o desarrollo de los productos.

3.3 ANÁLISIS DE BRECHA

3.3.1 Categoría de gestión del proceso. En esta categoría, se verifican las actividades transversales a los proyectos, entre estas actividades se encuentran las de definición, planificación, despliegue, implementación, monitoreo, evaluación, medición y mejora de los procesos. Las áreas de proceso que se evaluaron para esta categoría fueron: enfoque en los procesos de la organización (OPF), formación en la organización (OT) y definición de procesos de la organización (ODP). A continuación, en la figura 66 se puede observar el estado actual de las áreas de esta categoría con respecto a lo que se pretende llegar al nivel 3 de CMMI.

Figura 66. Brecha categoría de gestión del proceso



Fuente: Elaboración propia

Para esta categoría se puede observar que existe una brecha importante pues en el área de proceso de definición de procesos el equipo del departamento no conoce los procesos que componen esta área, el área que mejor se encuentra posicionada es la de formación en la organización, sin embargo, hay una brecha de 6 puntos sobre 10 para poder llegar a la meta del nivel 3 de CMMI; para el área de enfoque de procesos en la organización, se tiene una brecha de 7 puntos sobre 10 para poder lograr la meta de cumplir el nivel 3 de CMMI.

Con el fin de abordar estas brechas, en el plan de trabajo que se propone, se van a realizar actividades para que se puedan cumplir todas las metas específicas de cada una de las áreas de proceso que componen esta categoría. Estas actividades se encuentran basadas en lo que propone el CMMI para cada una de las áreas de proceso de esta categoría, estas recomendaciones son las siguientes:

Enfoque en procesos de la organización (OFP): El propósito del enfoque en procesos de la organización es planificar, implementar y desplegar las mejoras de proceso de la organización, basadas en una comprensión completa de las fortalezas y debilidades actuales de los procesos y de los activos de proceso de la organización (CMMI Product Team, 2010). Basado en dicha especificación, se proponen las siguientes actividades de mejora con el fin de poder dar cumplimiento a cada una de las prácticas específicas de esta área de proceso:

- Realizar la definición del proceso de proyectos de ingeniería de software en el departamento.
- Documentar el proceso definido.
- Capacitar a cada uno de los integrantes del equipo de proyectos de ingeniería de software.
- Verificar periódicamente el cumplimiento del proceso definido.
- Realizar evaluaciones para realizar ajustes o mejoras en el proceso definido.

Definición de procesos en la organización (ODP): En base el CMMI el propósito de la definición de procesos en la organización es establecer y mantener un conjunto utilizable de activos de proceso de la organización, estándares del entorno de trabajo, y reglas y guías para los equipos. Para cumplir dicho propósito, se proponen las siguientes actividades para cumplir con las practicas específicas de esta área de procesos de acuerdo con el CMMI (CMMI Product Team, 2010).

- Realizar la definición del proceso de proyectos de información en el departamento.
- Documentar el proceso definido.
- Capacitar a cada uno de los integrantes del equipo de proyectos de ingeniería de software.
- Verificar periódicamente el cumplimiento del proceso definido.

- Realizar evaluaciones para realizar ajustes o mejoras en el proceso definido.

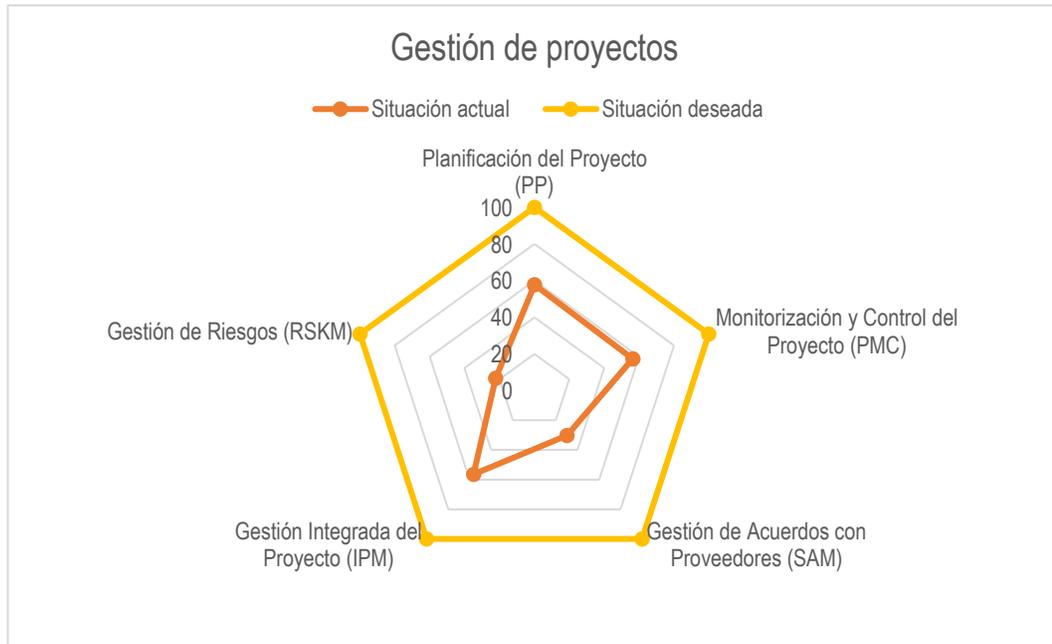
Formación en la organización (OT): De acuerdo con el CMMI (2010) el propósito de esta área de procesos es desarrollar las habilidades y los conocimientos de las personas para que puedan desempeñar sus roles eficaz y eficientemente.

El CMMI propone (CMMI Product Team, 2010) realizar las siguientes actividades con el fin de dar cumplimiento a cada una de las practicas específicas de esta área de procesos.

- Identificar las necesidades de formación de la organización.
- Obtener y proporcionar formación para tratar esas necesidades.
- Establecer y mantener la capacidad de formación.
- Establecer y mantener registros de formación.
- Evaluar la eficacia de la formación.

3.3.2 Categoría de gestión de proyectos. Esta categoría contiene las actividades correspondientes a la planificación, monitoreo y control del proyecto. Las áreas de proceso que se evaluaron en esta categoría fueron las siguientes: planificación del proyecto (PP), monitoreo y control del proyecto (PMC), gestión de acuerdos con los proveedores (SAM), gestión integrada del proyecto (IPM) y la gestión de riesgos (RSKM). En la figura 67, se puede observar el estado de cada una de estas áreas de proceso con respecto a lo deseado para estar en el nivel 3 del CMMI.

Figura 67. Brecha categoría de gestión de proyectos



Fuente: Elaboración propia

En esta categoría, se puede observar un adelanto importante en las áreas de planificación del proyecto, gestión integrada del proyecto y de monitoreo y control del proyecto con una brecha de 4 puntos sobre 10 para cumplir la meta de CMMI nivel 3; para el área de gestión de riesgos, se encuentra que la brecha de 10 puntos sobre 10, mientras que, para el área de gestión de acuerdos con proveedores, la brecha es de 7 puntos sobre 10.

Con el fin de abordar estas brechas, en el plan de trabajo que se propone, se van a realizar actividades para que se puedan cumplir todas las metas específicas de cada una de las áreas de proceso que componen esta categoría. Estas actividades se encuentran basadas en lo que propone el CMMI para cada una de las áreas de proceso de esta categoría, estas recomendaciones son las siguientes:

Planificación del proyecto (PP): La planificación del proyecto tiene como propósito establecer y mantener los planes que definan las actividades del proyecto (CMMI Product Team, 2010), en base a esto, se proponen las siguientes actividades con el fin de cumplir las prácticas específicas de esta área de procesos basadas en el CMMI (CMMI Product Team, 2010) y el PMBOK (Institute, 2017) en su sexta edición:

- Desarrollar el plan de proyecto.
- Interactuar de forma apropiada con las partes interesadas relevantes.
- Obtener el compromiso con el plan.
- Mantener el plan

Monitoreo y control del proyecto (PMC): El propósito del monitoreo y control del proyecto es proporcionar una comprensión del progreso del proyecto para que se puedan tomar las acciones correctivas apropiadas, cuando el rendimiento del proyecto se desvíe significativamente del plan (CMMI Product Team, 2010).

Las actividades propuestas basadas en las recomendaciones del CMMI (2010) para dar cumplimiento a las prácticas específicas de esta área de proceso con las siguientes:

- Capacitar a los integrantes del equipo en las tareas que se deben realizar y documentar en la ejecución de los proyectos.
- Realizar evaluaciones periódicamente sobre los entregables de los proyectos.
- Documentar y dar a conocer las acciones correctivas que se realizan en la ejecución del proyecto.

Gestión de acuerdos con proveedores (SAM): El propósito de la gestión de acuerdos con proveedores es administrar la adquisición de productos y servicios de proveedores (CMMI Product Team, 2010). En base a la propuesta del CMMI (2010),

se plantean las siguientes actividades con el fin de dar cumplimiento a las practicas específicas de esta área de procesos.

- Documentar los acuerdos con los proveedores.
- Realizar el seguimiento de dichos acuerdos.
- Dar a conocer los acuerdos con los proveedores a los integrantes del equipo.

Gestión integrada del proyecto (IPM): El CMMI (2010) define que el objetivo de esta área de procesos es establecer y gestionar el proyecto, manejar el involucramiento de las partes interesadas relevantes de acuerdo con un proceso integrado y definido que se adapta a partir del conjunto de procesos estándar de la organización.

Para esta área de proceso, el CMMI (2010) sugiere realizar las siguientes actividades con el fin de cumplir con las prácticas específicas de esta área de procesos:

- Establecer el proceso definido del proyecto al inicio de este, mediante la adaptación del conjunto de procesos estándar de la organización.
- Gestionar el proyecto utilizando el proceso definido del proyecto.
- Establecer el entorno de trabajo para el proyecto, basándose en los estándares del entorno de trabajo de la organización.
- Establecer los equipos que tienen la tarea de conseguir los objetivos del proyecto.
- Utilizar y contribuir a los activos de proceso de la organización.
- Posibilitar que los intereses de las partes interesadas relevantes se identifiquen, se consideren y, cuando sea apropiado, se traten durante el proyecto.
- Hay que asegurar que las partes interesadas relevantes (1) realizan sus tareas de forma coordinada y oportuna; (2) tratan los requisitos, los planes, los objetivos,

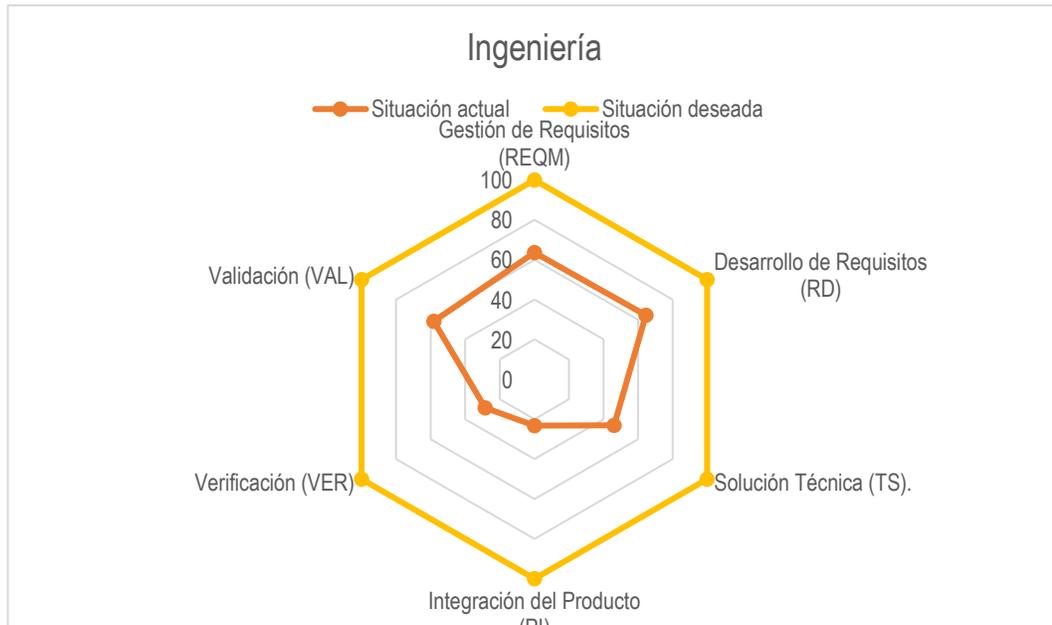
los problemas y los riesgos del proyecto; (3) cumplen sus compromisos; (4) e identifican, siguen y resuelven las cuestiones de coordinación.

Gestión de riesgos (RSKM): El propósito de la gestión de los riesgos es identificar problemas potenciales antes de que ocurran, para que las actividades de tratamiento de riesgos puedan planificarse e invocarse según sea necesario a lo largo de la vida del producto o del proyecto para mitigar los impactos adversos sobre la consecución de objetivos (CMMI Product Team, 2010). Para dar cumplimiento a las metas y prácticas específicas de esta área de procesos, se proponen las siguientes actividades basadas en el CMMI (2010) y el PMBOK en su sexta edición (Institute, 2017):

- Documentar los riesgos identificados en el proyecto.
- Hacer seguimiento de los riesgos
- Dar a conocer la gestión de los riesgos al equipo del proyecto.
- Documentar la gestión que se realiza de los riesgos.

3.3.3 Categoría de ingeniería. En la categoría de ingeniería, se abarcan las tareas de desarrollo y mantenimiento de los productos y servicios, las áreas evaluadas en esta categoría son las siguientes: gestión de requerimientos (REQM), desarrollo de requerimientos (RD), solución técnica (TS), integración del producto (PI), verificación (VER) y validación (VAL), en la figura 68, se puede observar el estado actual de cada una de estas áreas de proceso con respecto a la meta del nivel 3 del CMMI para casa una de ellas. En el plan de trabajo propuesto, se plantean actividades para que se puedan cumplir cada una de las metas específicas de las áreas de proceso que componen esta categoría, esto con el objetivo de poder abordar la brecha existente.

Figura 68. Brecha categoría de ingeniería



Fuente: Elaboración propia

En esta categoría, se puede observar que las áreas de validación, gestión de requerimientos y desarrollo de requerimientos, la brecha existente es de 4 puntos sobre 10 para lograr la meta de CMMI nivel 3, en el área de solución técnica la brecha es de 5 puntos sobre 10, para el área de verificación, la brecha es de 9 puntos sobre 10; por último, el área de integración del producto la brecha es de 10 puntos sobre 10.

Para poder abordar la brecha existente, en el plan de trabajo propuesto, se plantean actividades para que se puedan cumplir cada una de las metas específicas de las áreas de proceso que componen esta categoría. Estas actividades se encuentran basadas en lo que propone el CMMI para cada una de las áreas de proceso de esta categoría, estas recomendaciones son las siguientes:

Gestión de requerimientos (REQM): El propósito de esta área de procesos es gestionar los requerimientos de los productos y los componentes de producto del proyecto, y asegurar la alineación entre esos requisitos, y los planes y los productos

de trabajo del proyecto (CMMI Product Team, 2010). Para poder dar cumplimiento a las prácticas específicas de esta área de procesos, se proponen las siguientes actividades (CMMI Product Team, 2010):

- Definir y documentar el proceso de gestión de requerimientos.
- Realizar el diligenciamiento del documento de definición de requerimientos.
- Obtener la aprobación de los requerimientos por parte del usuario final.
- Documentar los ajustes en los requerimientos.
- Documentar las solicitudes de cambio que se realizan a los requerimientos.
- Obtener la aprobación de las solicitudes de cambio de los requerimientos.
- Dar a conocer los requerimientos y las solicitudes de cambio con los integrantes del equipo del proyecto.

Desarrollo de requerimientos (RD): El propósito del desarrollo de requerimientos (RD) es extraer, analizar y establecer los requisitos de cliente, de producto y de componente de producto (CMMI Product Team, 2010). Para poder realizar el desarrollo de los requerimientos, el CMMI (CMMI Product Team, 2010) propone las siguientes actividades:

- Extracción, análisis, validación y comunicación de las necesidades, las expectativas y las restricciones del cliente para obtener los requerimientos priorizados de cliente que constituyen una comprensión de lo que satisfará a las partes interesadas.
- Recopilación y coordinación de las necesidades de las partes interesadas.
- Desarrollo de los requerimientos del ciclo de vida del producto.
- Establecimiento de los requisitos funcionales de cliente y de los requerimientos de los atributos de calidad.
- Establecimiento de los requerimientos iniciales de producto y de componente de productos consistentes con los requerimientos de cliente.

Solución técnica (TS): El propósito de la solución técnica es seleccionar, diseñar e implementar soluciones para los requisitos. Las soluciones, los diseños y las implementaciones engloban productos, componentes de producto y procesos del ciclo de vida relativos al producto, bien individualmente o en conjunto, según proceda (CMMI Product Team, 2010). En base a esta definición, el CMMI propone las siguientes actividades con el fin de dar cumplimiento a cada una de las prácticas específicas de esta área de procesos (CMMI Product Team, 2010):

- Definir un documento de diseño del producto o software a desarrollar.
- Definir y documentar los procesos y estándares para el desarrollo del proyecto.
- Definir y documentar la arquitectura de los productos a desarrollar.
- Dar a conocer el documento de diseño a los integrantes del equipo del proyecto.
- Capacitar a los integrantes del equipo sobre el documento de diseño.
- Dar a conocer los procesos y estándares de desarrollo de proyectos.
- Dar a conocer la arquitectura de los productos a desarrollar.

Integración del producto (PI): Según el CMMI (2010) el propósito de esta área de procesos es ensamblar el producto a partir de sus componentes, asegurar que el producto, una vez integrado, se comporta correctamente (es decir, posee la funcionalidad y los atributos de calidad requeridos) y entregar el producto. La propuesta del CMMI (2010) para dar cumplimiento a las prácticas específicas de esta área se proponen las siguientes actividades:

- Definir un documento con los lineamientos para el desarrollo y diseño de las interfaces de los productos.
- Definir el proceso para la integración de los productos.
- Dar a conocer los lineamientos y procesos para la integración de los productos.

Verificación (VER): La verificación tiene como propósito asegurar que los productos de trabajo seleccionados cumplen con los requerimientos especificados (CMMI Product Team, 2010). Con el fin de cumplir con el objetivo de esta área de proceso, el CMMI propone realizar las siguientes actividades:

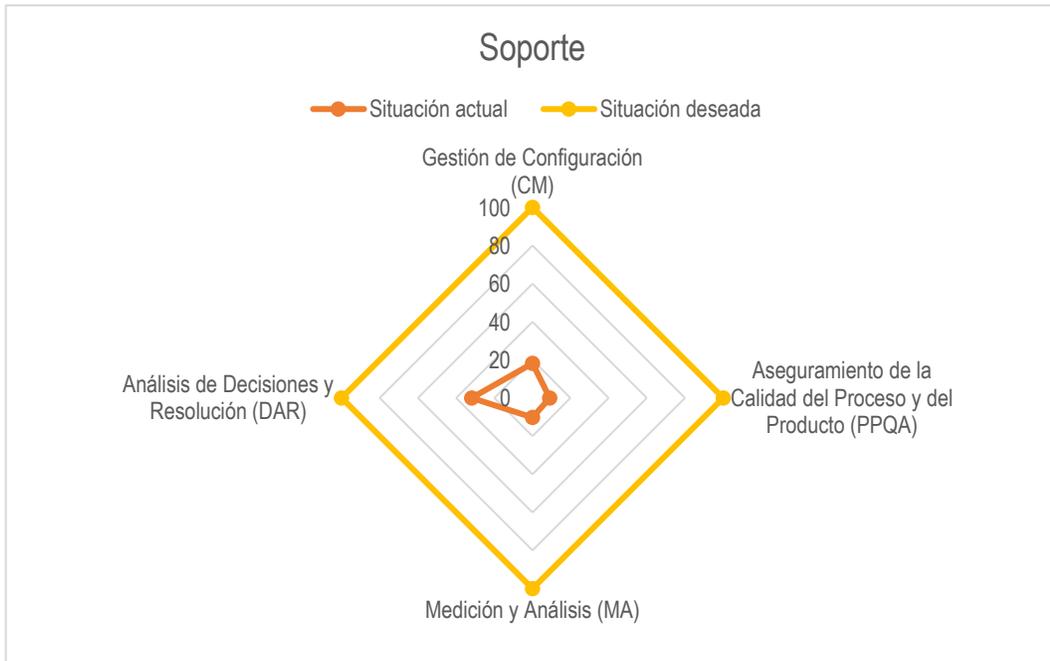
- Realizar revisiones por pares y documentarlas
- Realizar verificación de los productos desarrollados y documentarlos.
- Crear un rol o un área encargada de realizar las validaciones de los productos desarrollados.
- Capacitar y dar a conocer estos procesos a los integrantes del equipo del proyecto.

Validación (VAL): El propósito de esta área de procesos es demostrar que un producto o componente de producto cumple con su uso previsto cuando se ubica en el entorno previsto (CMMI Product Team, 2010). Con el fin de lograr dicho propósito, el CMMI propone realizar las siguientes actividades:

- Definir y documentar los lineamientos para realizar las validaciones a los productos desarrollados.
- Capacitar y dar a conocer los lineamientos definidos a los integrantes del equipo del proyecto.

3.3.4 Categoría de soporte. En la categoría de soporte, se encuentran las actividades correspondientes al soporte al desarrollo y mantenimiento de los productos. Las áreas de proceso que se evaluaron en esta categoría fueron las siguientes: gestión de la configuración (CM), aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA), medición y análisis (MA) y análisis de decisiones y resolución (DAR), en la figura 69, se observa el estado actual de cada una de estas áreas de proceso y la brecha existente para lograr la meta del nivel 3 del CMMI.

Figura 69. Brecha categoría de soporte



Fuente: Elaboración propia

En esta categoría, se observa que para las categorías de medición y análisis y de aseguramiento de la calidad del proceso y producto, la brecha es de 9 puntos sobre 10 para cumplir con la meta del nivel 3 de CMMI, en el área de gestión de la configuración, la brecha es de 8 puntos sobre 10, para el área de análisis de decisiones y resolución, la brecha es de 7 puntos sobre 10.

Con el fin de abordar la brecha existente en cada una de estas áreas, en el plan de trabajo que se propone, se plantean actividades para que se logren cumplir las metas específicas de cada una de las áreas de proceso correspondientes a esta categoría. Estas actividades se encuentran basadas en lo que propone el CMMI para cada una de las áreas de proceso de esta categoría, estas recomendaciones son las siguientes:

Gestión de configuración (CM): Según el CMMI (CMMI Product Team, 2010) el propósito de esta área de procesos es establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo utilizando la identificación, el control, el informe del estado y las auditorías de la configuración. En la evaluación realizada, se encontró que existe desconocimiento sobre las prácticas de gestión de la configuración de los productos que se desarrollan en el departamento.

En base a las actividades propuestas por el CMMI (2010), se plantean las siguientes oportunidades de mejora:

- Identificar la configuración de los productos de trabajo seleccionados que componen las líneas base en puntos determinados en el tiempo.
- Controlar los cambios a los elementos de configuración.
- Construir o proporcionar las especificaciones para construir los productos de trabajo a partir del sistema de gestión de configuración.
- Mantener la integridad de las líneas base.
- Proporcionar a los desarrolladores, usuarios finales y clientes datos precisos del estado y de la configuración actual.

Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA): El propósito del aseguramiento de la calidad del proceso y del producto es proporcionar al personal y a la gerencia una visión objetiva de los procesos y de los productos de trabajo asociados (CMMI Product Team, 2010).

La recomendación del CMMI (2010) para implementar esta área de procesos, se deben realizar las siguientes actividades:

- Evaluar objetivamente los procesos realizados y los productos de trabajo frente a las descripciones de proceso, los estándares y los procedimientos aplicables.
- Identificar y documentar las no conformidades.

- Proporcionar realimentación al personal del proyecto y a los gerentes sobre los resultados de las actividades de aseguramiento de la calidad.
- Se debe asegurar que se tratan las no conformidades.

Medición y análisis (MA): El propósito de esta área de procesos según el CMMI (2010) es desarrollar y mantener la capacidad de medición utilizada para dar soporte a las necesidades de información de la dirección de la compañía.

Basado en este propósito, el CMMI (2010) propone realizar las siguientes actividades con el fin de dar cumplimiento a todas prácticas específicas de esta área de procesos:

- Especificar los objetivos de medición y análisis para alinearlos con las necesidades de información y con los objetivos del proyecto, de la organización o del negocio.
- Especificar las medidas, las técnicas de análisis y los mecanismos, para la recogida de datos, almacenamiento de datos, difusión y realimentación.
- Implementar las técnicas de análisis y los mecanismos para la recogida de datos, difusión de datos y realimentación.
- Proporcionar resultados objetivos que puedan utilizarse en la toma de decisiones informadas y en la toma de acciones correctivas apropiadas

Análisis de decisiones y resolución (DAR): El propósito de esta área de procesos según el CMMI (2010) es analizar las posibles decisiones utilizando un proceso de evaluación formal que evalúe las alternativas identificadas frente a los criterios establecidos.

El planteamiento de las siguientes acciones de mejora está basado en la propuesta del CMMI (2010) para esta área de proceso.

- Establecer los criterios para evaluar alternativas.
- Identificar soluciones alternativas.
- Seleccionar métodos para evaluar alternativas.
- Evaluar soluciones alternativas utilizando los criterios y los métodos establecidos.
- Seleccionar soluciones recomendadas a partir de las alternativas identificadas en base a los criterios de evaluación.

3.4 MODELO DE DESARROLLO PROPUESTO

Con el fin de potencializar el proceso de ingeniería de software del departamento de sistemas de información de la universidad, se propone que se utilice el marco de trabajo *SCRUM*, con este marco de trabajo se obtiene la ventaja de que los integrantes del equipo de trabajo se comprometan completamente con el desarrollo del producto, adicional a esto, se entregaran productos mínimos viables en un tiempo menor al que se entregan actualmente (International Scrum Institute., sf).

Otra de las ventajas que ofrece *SCRUM* con respecto a la metodología que se utiliza actualmente, es que se puede reaccionar más rápidamente a los requerimientos del negocio de la universidad, pues se pueden desarrollar partes del producto para satisfacer estas necesidades en un menor tiempo al que se toma actualmente (International Scrum Institute., sf).

Se propone la siguiente metodología para los proyectos de ingeniería de software en el departamento de tecnologías de información y comunicaciones de la Universidad Autónoma de Bucaramanga. Este modelo consta de las fases de gestión del proyecto, desarrollo de software o producto y soporte de este.

Para abordar la brecha encontrada en la categoría de gestión de proyectos y de cada una de sus áreas de proceso, se proponen las siguientes actividades basadas en las recomendaciones dadas por el *CMMI* (CMMI Product Team, 2010) y el *PMBOK* (Institute, 2017):

1. Realizar la solicitud de proyecto: en esta actividad, el área funcional debe especificar la necesidad y radicarla en la oficina de tecnologías de información, esta actividad se realiza actualmente en el proceso de gestión de proyectos que se lleva a cabo en el departamento.
2. Realizar un estudio de viabilidad del proyecto: con el fin de determinar si se puede realizar o no el proyecto. Se propone que este estudio siga los lineamientos con los que cuenta actualmente el proceso de administración de proyectos del departamento de tecnologías de información de la universidad.
3. Planificación del proyecto, las actividades que se proponen para esta actividad son las siguientes:
 - Estructura de desglose de trabajo - EDT (ver Anexo H).
 - Plan de dirección del proyecto (ver Anexo K), en este artefacto, se documentarán, las fases del ciclo de vida del proyecto y la descripción de los paquetes de trabajo.
 - Acta de constitución del proyecto (ver Anexo J)
 - Plan de gestión de riesgos (ver Anexo I)
 - Cronograma de actividades, en este se deben evidenciar las actividades a ejecutar en el proyecto son las estimaciones de esfuerzo y costo de este, se propone que para el realizar este artefacto se utilice la herramienta Microsoft Project, pues la universidad ya utiliza esta herramienta para sus proyectos y cuenta con la respectiva licencia.

Las actividades descritas anteriormente, están basadas en las recomendaciones de las metas específicas de las áreas de planificación del proyecto y gestión de riesgos de *CMMI* y el *PMBOK* (Institute, 2017) en su sexta edición. Según el análisis de los

resultados y la brecha en la categoría de gestión de proyectos, la mayoría de estas actividades, actualmente se cumplen en el proceso de gestión de proyectos del departamento de tecnologías de información de la universidad.

Para adoptar el modelo de desarrollo propuesto, se deben tener en cuenta que se debe contar con el apoyo y la confianza entre todos los involucrados, el *product owner*, es el “dueño” del producto, se encarga de hacer los requerimientos (documento de requerimientos de software, ver Anexo D), posteriormente validarlos y recibir el producto a satisfacción; el *scrum master*, es el “gerente del proyecto”, se encarga de liderar al equipo de desarrollo con el fin de que se cumplan los objetivos del *sprint*, por último, se encuentra el equipo el cual es conformado por los desarrolladores, los miembros del equipo son los encargados de llevar a cabo el diseño, desarrollo y pruebas del software.

En la segunda fase, desarrollo del software o producto, se proponen las siguientes actividades:

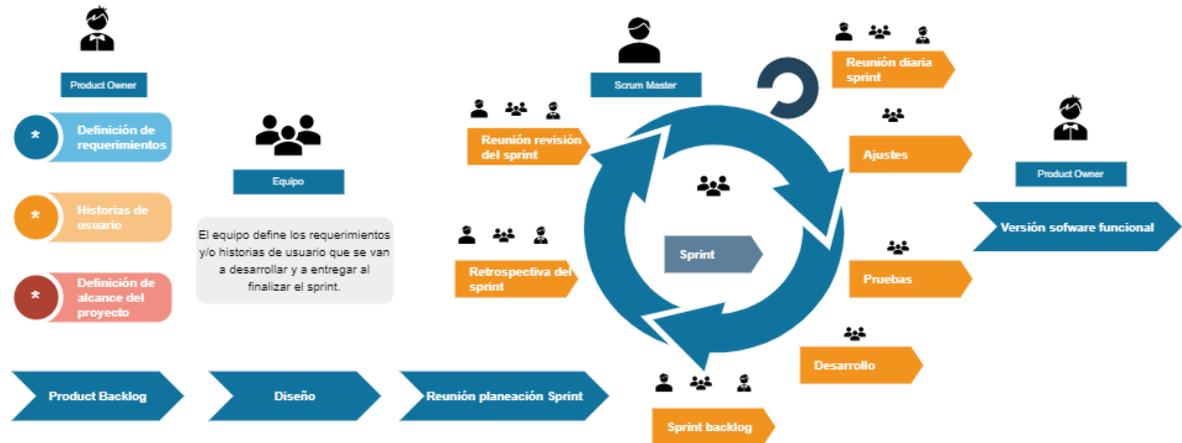
1. Definir los requerimientos del software o producto (ver Anexo D), en este documento se plasman los requerimientos del producto.
2. Realizar las historias de usuario (ver Anexo C), la finalidad de este documento es plasmar cada uno de los requisitos del software en términos de historias de usuario como lo propone *SCRUM*.
3. *Product backlog* (ver Anexo B), en este documento se plasman las historias de usuario que debe cumplir el producto priorizadas y estimadas en el *sprint* que se pretenden desarrollar.
4. Realizar el diseño, se debe realizar el diseño del producto a desarrollar. En este diseño debe tenerse en cuenta las historias de usuario que se van a desarrollar, la arquitectura del sistema, el diseño de la base de datos, diagrama de componentes y diagrama de clases del producto a desarrollar.

5. Reunión de planeación del *sprint*, en esta reunión se planea el *sprint*, en esta planeación se deben definir los requerimientos que se van a implementar en la iteración.
6. *Sprint backlog* (ver Anexo G), este documento es el resultado de la reunión de planeación del *sprint*, en el mismo se encuentran las historias de usuario que se van a implementar en el *sprint*.
7. Implementación, pruebas y ajustes (ver Anexos E y F), el equipo procede con la implementación de los requerimientos, realiza las pruebas y ajustes de estos en caso de ser necesario.
8. Reunión diaria de *sprint*, se propone que se realice una reunión de los miembros del equipo diariamente de ser posible, esta reunión tiene como objetivo comunicar el estado actual del desarrollo, comentar las dificultades que se puedan presentar con el fin de poder tomar las acciones correctivas correspondientes.
9. Reunión de verificación del *sprint*, en esta reunión se hace una verificación de las actividades planeadas y su respectivo cumplimiento con respecto al producto resultante del *sprint*.
10. Reunión de retrospectiva (ver Anexo M), el objetivo de esta reunión es evaluar el proceso llevado a cabo en el *sprint* para que se pueda mejorar el proceso de desarrollo del equipo, una vez finalizada esta reunión, se hace entrega del producto resultante del *sprint* al *product owner*.

Estos artefactos y actividades están basadas en las áreas de proceso de la categoría de ingeniería del *CMMI* (gestión de requerimientos, desarrollo de requerimientos, solución técnica, verificación y validación) y la metodología *SCRUM*, en base a las herramientas con las que cuenta la universidad, se propone la herramienta *GIT* como repositorio de código fuente, *Selenium* para realizar las pruebas, como herramienta de gestión documental *Microsoft OneDrive* y *Microsoft SharePoint*, como herramienta de colaboración *Microsoft Teams* ya que la entidad cuenta con las licencias correspondientes.

Las actividades descritas anteriormente, se pueden visualizar de forma gráfica en la figura 70.

Figura 70. Modelo de desarrollo propuesto



Fuente: Elaboración propia

Para el área de proceso de la categoría de soporte, la universidad cuenta con la herramienta de mesa de ayuda *InvGate Service Desk*, la cual está inspirada en las directrices ITIL, que facilita la administración del soporte técnico y un manejo de procesos eficiente para lograr mejoras sustanciales en el nivel del servicio (s. f.).

Se realizó el estudio de varias herramientas de software que pudiese apalancar el modelo de desarrollo propuesto, se verificaron herramientas en las categorías de colaboración, pruebas, repositorio de código de fuente, mesa de servicios y administración de proyectos. La lista de herramientas verificadas fue tomada desde la referencia de herramientas de *DevOps* propuestas por Digital.ai (sf). A continuación, se listan las herramientas verificadas por categoría

Tabla 46. Herramientas software verificadas

Colaboración	Pruebas	Repositorio de código fuente	Mesa de servicios	Administración de proyectos
<i>Slack</i>	<i>Tricentis Tosca</i>	<i>Git</i>	<i>InvGate Service Desk</i>	<i>Microsoft Project</i>
<i>Microsoft Teams</i>	<i>Neotys NeoLoad</i>	<i>GitHub</i>		
<i>Atlassian Confluence</i>	<i>Selenium</i>	<i>GitLab SCM</i>		
<i>Stack Overflow</i>	<i>JUnit</i>	<i>Atlassian Bitbucket</i>		
<i>Mattermost</i>	<i>Sauce Labs</i>	<i>Compuware ISPW</i>		
	<i>JMeter</i>	<i>Subversion</i>		

Fuente: Elaboración propia

La propuesta de las herramientas fue basada en herramientas que se encuentran recomendadas en el mercado de aplicaciones de integración y automatización del proceso de desarrollo de software (s.f.). Se tomaron las herramientas que se adapten a modelo *SCRUM* y desarrollo de software *DevOps* con el fin de poder apalancar el proceso de desarrollo de software en la universidad. Las herramientas propuestas son las siguientes:

Microsoft Teams: es una plataforma de colaboración y comunicación unificada que combina el almacenamiento de archivos de reuniones de video de chat persistente en el lugar de trabajo (incluida la colaboración en archivos) y la integración de aplicaciones (s. f.). Esta herramienta apalanca el proceso de desarrollo debido a que puede ser utilizada como plataforma de colaboración entre los miembros del equipo, adicionalmente, se puede utilizar para realizar las reuniones que sean necesarias durante el ciclo de vida del producto a desarrollar.

Selenium: es un *framework* de pruebas de software portátil para aplicaciones web, el cual proporciona una herramienta de grabación / reproducción para la creación de pruebas sin tener que aprender un lenguaje de programación de pruebas (Selenium IDE) (s.f.). La principal ventaja de esta herramienta es que permite realizar la automatización de las pruebas, este ítem es fundamental para mejorar el

proceso de desarrollo de software en el departamento y se adapta con la metodología *SCRUM* propuesta.

Git: es un sistema de control de revisión distribuido con énfasis en la integridad de los datos de velocidad y soporte para flujos de trabajo distribuidos no lineales, actualmente es el sistema de control de versiones más utilizado en el desarrollo de software (s.f.). La mayor ventaja de esta herramienta es que cada miembro del equipo de desarrollo puede tener su propia versión del código fuente y su integración es fácil. Actualmente, esta herramienta es la utilizada en algunos proyectos de ingeniería de software que ha desarrollado el departamento de sistemas de información de la universidad.

Microsoft Project: es un software de administración de proyectos con el fin de asistir a administradores de proyectos en el desarrollo de planes, asignación de recursos a tareas, dar seguimiento al progreso, administrar presupuesto y analizar cargas de trabajo (Microsoft, 2020). Este software se integra totalmente con la metodología *SCRUM* ofreciendo soporte para manejar proyectos que utilicen este *framework*. Actualmente este software es utilizado para la gestión de proyectos de la universidad.

Con el fin de abordar la brecha encontrada en cada una de las áreas de proceso evaluadas, se propone *SCRUM* como modelo de desarrollo, a continuación, se muestra la relación entre los elementos del modelo propuesto con las áreas prácticas específicas de cada una de las áreas de proceso propuestas por el *CMMI*. A continuación, se presenta la relación que tiene cada una de las actividades y/o entregables que tiene *SCRUM* con respecto al *CMMI*.

3.4.1 Planificación del proyecto (PP) con SCRUM. A continuación, se muestra la relación de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes *scrum* que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas de esta área de proceso.

Tabla 47. Planificación del proyecto (PP) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Estimar el alcance del proyecto.	Definición de los sprint y el product backlog (ver anexo B)
SP 1.2: Establecer las estimaciones de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas.	Sprint backlog (ver anexo G)
SP 1.3: Definir las fases del ciclo de vida del proyecto.	Ciclo de vida de desarrollo scrum
SP 1.4: Estimar el esfuerzo y el coste.	Sprint backlog (ver anexo G) Historias de usuario (ver anexo C)
SP 2.1: Establecer el presupuesto y el calendario.	Sprint backlog (ver anexo G)
SP 2.2: Identificar los riesgos del proyecto.	Sprint backlog (ver anexo G)
SP 2.3: Planificar la gestión de los datos.	No abordado
SP 2.4: Planificar los recursos del proyecto.	Definición de los sprint
SP 2.5: Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.	No abordado
SP 2.6: Planificar la participación de las partes interesadas.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 2.7: Establecer el plan de proyecto.	Product backlog (ver anexo B)
SP 3.1: Revisar los planes que afectan al proyecto.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 3.2: Conciliar los niveles de trabajo y de recursos.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 3.3: Obtener el compromiso con el plan.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Monitoreo y control del proyecto (PMC) con SCRUM. A continuación, se muestra la relación de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes *scrum* que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de procesos de monitoreo y control del proyecto.

Tabla 48. Monitoreo y control del proyecto (PMC) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Monitorear los parámetros de planificación del proyecto.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 1.2: Monitorear los compromisos.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 1.3: Monitorear los riesgos del proyecto.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 1.4: Monitorear la gestión de los datos.	No abordado
SP 1.5: Monitorear la involucración de las partes interesadas.	Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 1.6: Llevar a cabo las revisiones del progreso.	Reunión de revisión del Sprint
SP 1.7: Llevar a cabo las revisiones de hitos.	Reunión de revisión del Sprint
SP 2.1: Analizar las cuestiones.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 2.2: Llevar a cabo las acciones correctivas.	Reunión de revisión del Sprint
SP 2.3: Gestionar las acciones correctivas.	Reunión de retrospectiva (ver anexo M)

Fuente: Elaboración propia

3.4.3 Gestión integrada del proyecto (IPM) con SCRUM. En la siguiente tabla, se relacionan cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes *scrum* que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de gestión integrada del proyecto.

Tabla 49. Gestión integrada del proyecto (IPM) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Establecer el proceso definido del proyecto.	No abordado
SP 1.2: Utilizar los activos de proceso de la organización para planificar las actividades del proyecto.	No abordado
SP 1.3: Establecer el entorno de trabajo del proyecto.	Detalles del entorno de trabajo
SP 1.4: Integrar los planes.	Product backlog (ver anexo B)
SP 1.5: Gestionar el proyecto utilizando planes integrados.	Reunión de planificación del sprint
SP 1.6: Establecer los equipos.	Roles de scrum
SP 1.7: Contribuir a los activos de proceso de la organización.	Reunión de retrospectiva
SP 2.1: Gestionar la involucración de las partes interesadas.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M) Reunión de revisión del Sprint
SP 2.2: Gestionar las dependencias.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M) Reunión de revisión del Sprint
SP 2.3: Resolver las cuestiones de coordinación.	Reunión diaria de Sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M) Reunión de revisión del Sprint

Fuente: Elaboración propia

3.4.4 Gestión de riesgos (RSKM) con SCRUM. En este ítem, se presentan las relaciones de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes *scrum* que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de gestión de riesgos.

Tabla 50. Gestión de riesgos (RSKM) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Determinar las fuentes y las categorías de riesgos.	Reunión de inicio del proyecto Reunión de planeación de sprint
SP 1.2: Definir los parámetros de riesgos.	Reunión de inicio del proyecto Reunión de planeación de sprint

Tabla 50. (Continuación)

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.3: Establecer una estrategia de gestión de riesgos.	Reunión de inicio del proyecto Reunión de planeación de sprint
SP 2.1: Identificar los riesgos.	Reunión de inicio del proyecto Reunión de planeación de sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 2.2: Evaluar, clasificar y priorizar los riesgos.	Reunión de inicio del proyecto Reunión de planeación de sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 3.1: Desarrollar los planes de mitigación de riesgos.	Reunión de inicio del proyecto Reunión de planeación de sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)
SP 3.2: Implementar los planes de mitigación de riesgos.	Reunión de inicio del proyecto Reunión de planeación de sprint Reunión de retrospectiva (ver anexo M)

Fuente: Elaboración propia

3.4.5 Gestión de requerimientos (REQM) con SCRUM. En la tabla a continuación, se presentan las relaciones de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes scrum que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de gestión de requerimientos.

Tabla 51. Gestión de requerimientos (REQM) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Comprender los requerimientos.	Historias de usuario (ver anexo C) Sprint backlog (ver anexo G)
SP 1.2: Obtener el compromiso sobre los requerimientos.	Reunión de planeación Product backlog (ver anexo B) Sprint backlog (ver anexo G)
SP 1.3: Gestionar los cambios a los requerimientos.	Reunión de planeación Reunión de revisión del sprint

Tabla 51. (Continuación)

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.4: Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos.	Historias de usuario
SP 1.5: Asegurar el alineamiento entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.	Reuniones de planeación del sprint

Fuente: Elaboración propia

3.4.6 Desarrollo de requerimientos (RD) con SCRUM. A continuación, se presenta la relación de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes *scrum* que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de desarrollo de requerimientos.

Tabla 52. Desarrollo de requerimientos (RD) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Obtener las necesidades.	Historias de usuario (ver anexo C)
SP 1.2: Trasformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente.	Historias de usuario (ver anexo C)
SP 2.1: Establecer los requisitos de producto y de componente de producto.	Historias de usuario clasificadas por modulo (ver anexo C)
SP 2.2: Asignar los requisitos de componente de producto.	Historias de usuario clasificadas por modulo (ver anexo C)
SP 2.3: Identificar los requisitos de interfaz.	Historias de usuario relacionadas con los requerimientos de interfaz (ver anexo C)
SP 3.1: Establecer los conceptos y los escenarios de operación.	Historias de usuario (ver anexo C)
SP 3.2: Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.	Historias de usuario (ver anexo C)
SP 3.3: Analizar los requisitos.	Historias de usuario clasificadas por prioridad (ver anexo C)
SP 3.4: Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio	Historias de usuario clasificadas por prioridad (ver anexo C)
SP 3.5: Validar los requisitos.	Product backlog (ver anexo B)

Fuente: Elaboración propia

3.4.7 Solución técnica (TS) con SCRUM. En este ítem, se presentan las relaciones de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes *scrum* que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de solución técnica.

Tabla 53. Solución técnica (TS) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Desarrollar soluciones alternativas y los criterios de selección.	No abordado
SP 1.2: Seleccionar las soluciones de componentes de producto	No abordado
SP 2.1: Diseñar el producto o los componentes de producto.	Documento de arquitectura Product backlog (ver anexo B) Reuniones de planeación de sprint
SP 2.2: Establecer un paquete de datos técnicos.	Historias de usuario (ver anexo C) Documento de arquitectura Casos de prueba
SP 2.3: Diseñar las interfaces usando criterios.	Historias de usuario (ver anexo C) Documento de arquitectura
SP 2.4: Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar.	No abordado
SP 3.1: Implementar el diseño.	Código fuente
SP 3.2: Desarrollar la documentación de soporte del producto.	Manual de usuario Manual del producto

Fuente: Elaboración propia

3.4.8 Integración del producto (PI) con SCRUM. La siguiente es la relación de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes *scrum* que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de integración del producto.

Tabla 54. Integración del producto (PI) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Establecer una estrategia de integración.	Detalles de la integración continua del producto
SP 1.2: Establecer el entorno de integración del producto.	Configuración del ambiente del producto Detalles de la integración continua del producto
SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de integración del producto.	Documentar los pasos del desarrollo del producto.
SP 2.1: Revisar la completitud de las descripciones de las interfaces.	Pruebas de integración Desarrollo del producto
SP 2.2: Gestionar las interfaces.	Pruebas de integración Desarrollo del producto
SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para la integración.	Desarrollo del producto
SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto.	Desarrollo del producto
SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados.	Producto resultante del sprint
SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o componente de producto.	Detalle de la entrega

Fuente: Elaboración propia

3.4.9 Verificación (VER) con SCRUM. En la siguiente tabla, se presentan las relaciones de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes scrum que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de verificación.

Tabla 55. Verificación (VER) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Seleccionar los productos de trabajo para la verificación.	Plan de pruebas (ver anexos E y F)
SP 1.2: Establecer el entorno de verificación.	Plan de pruebas (ver anexos E y F)
SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de verificación.	Plan de pruebas (ver anexos E y F)
SP 2.1: Preparar las revisiones entre pares.	Plan de trabajo de la revisión por pares
SP 2.2: Realizar las revisiones entre pares.	Reporte de revisión de pares

Tabla 55. (Continuación)

Prácticas específicas	SCRUM
SP 2.3: Analizar los datos de las revisiones entre pares.	Cierre de defectos
SP 3.1: Realizar la verificación.	Pruebas unitarias
SP 3.2: Analizar los resultados de la verificación.	Análisis y prevención de defectos

3.4.10 Validación (VAL) con SCRUM. A continuación, se presenta la relación de cada una de las practicas específicas de esta área de proceso con los componentes scrum que las satisfacen, esto con el fin de poder relacionar las actividades del modelo de desarrollo propuesto con las actividades sugeridas para abordar la brecha en las practicas específicas del área de validación.

Tabla 56. Validación (VAL) con SCRUM

Prácticas específicas	SCRUM
SP 1.1: Seleccionar los productos para la validación.	Plan de pruebas (ver anexos E y F)
SP 1.2: Establecer el entorno de validación.	Configuración del ambiente de pruebas
SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de validación.	Plan de pruebas (ver anexos E y F)
SP 2.1: Realizar la validación.	Resultados de la ejecución del plan de pruebas
SP 2.2: Analizar los resultados de la validación.	Análisis y prevención de defectos

3.5 PLAN DE TRABAJO PROPUESTO

El plan de trabajo que se propone tiene como objetivo implementar las tareas y acciones para poder dar cumplimiento a cada una de las metas específicas de las áreas de proceso propuestas por el *CMMI* en los niveles 2 y 3, para esto se realizó una clasificación por prioridad de estas según la brecha encontrada en la evaluación *SCAMPI* realizada; a continuación, se presenta la prioridad de las áreas de proceso con su respectiva brecha.

Tabla 57. Prioridad y brecha de las áreas de proceso

Área de proceso	Brecha	Prioridad
Definición de procesos de la organización (ODP)	10	1
Gestión de riesgos (RSKM)	10	1
Integración del producto (PI)	10	1
Gestión de la configuración (CM)	10	1
Verificación (VER)	9	2
Medición y análisis (MA)	9	2
Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA)	9	2
Enfoque en procesos de la organización (OFP)	7	3
Gestión de acuerdos con proveedores (SAM)	7	3
Medición y análisis (DAR)	7	3
Formación en la organización (OT)	6	4
Solución técnica (TS)	5	5
Planificación del proyecto (PP)	4	6
Gestión integrada del proyecto (IPM)	4	6
Monitoreo y control del proyecto (PMC)	4	6
Validación (VAL)	4	6
Gestión de requerimientos (REQM)	4	6
Desarrollo de requerimientos (RD)	4	6

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de alinear el plan de trabajo con la metodología *SCRUM*, se realiza un *product backlog* con cada una de las áreas específicas que se van a implementar, adicionalmente, se propone un *sprint* por cada una de las áreas de proceso a implementar, en cada uno de estos *sprint*, se detallan las metas específicas que deben implementarse con el fin de cumplir con el estándar CMMI en el nivel 3. La prioridad de los *sprints*, se basan en la brecha encontrada en la evaluación *SCAMPI* para cada una de las áreas de proceso evaluadas. A continuación, se presenta el *product backlog* propuesto para el plan de trabajo.

Tabla 58. Product backlog propuesto

ID Historia	Enunciado de la historia	Alias	Sprint	Prioridad
PP_CMMI_001	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso definición de procesos de la organización (ODP), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	ODP	1	1
PP_CMMI_002	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión de riesgos (RSKM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	RSKM	2	1
PP_CMMI_003	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso integración del producto (PI), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	PI	3	1
PP_CMMI_004	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión de la configuración (CM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	CM	4	1
PP_CMMI_005	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso verificación (VER), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	VER	5	2
PP_CMMI_006	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso medición y análisis (MA), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	MA	6	2
PP_CMMI_007	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	PPQA	7	2
PP_CMMI_008	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso enfoque en procesos de la organización (OFP), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	OFP	8	3
PP_CMMI_009	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión de acuerdos con proveedores (SAM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SAM	9	3

Tabla 58. (Continuación)

ID Historia	Enunciado de la historia	Alias	Sprint	Prioridad
PP_CMMI_010	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso medición y análisis (DAR), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	DAR	10	3
PP_CMMI_011	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso formación en la organización (OT), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	OT	11	4
PP_CMMI_012	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso solución técnica (TS), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	TS	12	5
PP_CMMI_013	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso planificación del proyecto (PP), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	PP	13	6
PP_CMMI_014	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión integrada del proyecto (IPM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	IPM	14	6
PP_CMMI_015	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso monitoreo y control del proyecto (PMC), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	PMC	15	6
PP_CMMI_016	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso validación (VAL), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	VAL	16	6
PP_CMMI_017	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión de requerimientos (REQM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	REQM	17	6
PP_CMMI_018	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso desarrollo de requerimientos (RD), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	RD	18	6

Fuente: Elaboración propia

Para cada uno de los *sprints* propuestos en el producto backlog, se propone que se trabajen las prácticas específicas de cada una de las áreas de proceso del CMMI para los niveles 2 y 3, a continuación, se presentan los sprint backlog de cada una de las áreas de proceso a implementar.

Formación en la organización (OT): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 59. *Sprint backlog* ODP

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_001	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso definición de procesos de la organización (ODP), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Establecer las necesidades estratégicas de formación
		SP 1.2: Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización
		SP 1.3: Establecer un plan táctico de formación en la organización
		SP 1.4: Establecer una capacidad de formación
		SP 2.1: Impartir la formación
		SP 2.2: Establecer los registros de formación
		SP 2.3: Evaluar la eficacia de la formación

Fuente: Elaboración propia

Gestión de riesgos (RSKM): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 60. *Sprint backlog* RSKM

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_02	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso Gestión de riesgos (RSKM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Determinar las fuentes y las categorías de riesgos.
		SP 1.2: Definir los parámetros de riesgos.
		SP 1.3: Establecer una estrategia de gestión de riesgos.
		SP 2.1: Identificar los riesgos.
		SP 2.2: Evaluar, clasificar y priorizar los riesgos.
		SP 3.1: Desarrollar los planes de mitigación de riesgos.
		SP 3.2: Implementar los planes de mitigación de riesgos.

Fuente: Elaboración propia

Integración del producto (PI): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 61. *Sprint backlog* PI

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_003	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso integración del producto (PI), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Establecer una estrategia de integración
		SP 1.2: Establecer el entorno de integración del producto
		SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de integración del producto
		SP 2.1: Revisar la completitud de las descripciones de las interfaces
		SP 2.2: Gestionar las interfaces
		SP 3.1 Confirmar la disponibilidad de los componentes de producto para la integración
		SP 3.2 Ensamblar los componentes de producto
		SP 3.3 Evaluar los componentes de producto ensamblados
		SP 3.4 Empaquetar y entregar el producto o componente de producto

Fuente: Elaboración propia

Gestión de la configuración (CM): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 62. *Sprint backlog* CM

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_004	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión de la configuración (CM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Identificar los elementos de configuración
		SP 1.2: Establecer un sistema de gestión de configuración
		SP 1.3: Crear o liberar las líneas base
		SP 2.1: Seguir las peticiones de cambio
		SP 2.2: Controlar los elementos de configuración
		SP 3.1: Establecer los registros de gestión de configuración
		SP 3.2: Realizar auditorías de configuración

Fuente: Elaboración propia

Verificación (VER): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 63. *Sprint backlog* VER

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_005	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso verificación (VER), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Seleccionar los productos de trabajo para la verificación
		SP 1.2: Establecer el entorno de verificación
		SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de verificación
		SP 2.1: Preparar las revisiones entre pares

Tabla 63. (Continuación)

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_005	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso verificación (VER), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 2.2: Realizar las revisiones entre pares
		SP 2.3: Analizar los datos de las revisiones entre pares
		SP 3.1: Realizar la verificación
		SP 3.2: Analizar los resultados de la verificación

Fuente: Elaboración propia

Medición y análisis (MA): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 64. *Sprint backlog* MA

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_006	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso medición y análisis (MA), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Establecer los objetivos de medición
		SP 1.2: Especificar las medidas
		SP 1.3: Especificar los procedimientos de recogida y de almacenamiento de datos
		SP 1.4: Especificar los procedimientos de análisis
		SP 2.1: Obtener los datos de la medición
		SP 2.2: Analizar los datos de la medición
		SP 2.3: Almacenar los datos y los resultados
		SP 2.4: Comunicar los resultados

Fuente: Elaboración propia

Aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 65. *Sprint backlog* PPQA

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_007	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso aseguramiento de la calidad del proceso y del producto (PPQA), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Evaluar objetivamente los procesos
		SP 1.2: Evaluar objetivamente los productos de trabajo
		SP 2.1: Comunicar y resolver las no conformidades
		SP 2.2: Establecer los registros

Fuente: Elaboración propia

Enfoque de procesos de la organización (OFP): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 66. *Sprint backlog* OFP

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_008	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso enfoque en procesos de la organización (OFP), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Establecer las necesidades de proceso de la organización
		SP 1.2: Evaluar los procesos de la organización
		SP 1.3: Identificar las mejoras de procesos de la organización
		SP 2.1: Establecer los planes de acción de proceso
		SP 2.2: Implementar los planes de acción de proceso
		SP 3.1: Desplegar los activos de proceso de la organización
		SP 3.2: Desplegar los procesos estándar
		SP 3.3: Monitorear la implementación
		SP 3.4: Incorporar las experiencias en los activos de proceso de la organización

Fuente: Elaboración propia

Gestión de acuerdos con proveedores (SAM): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 67. *Sprint backlog* SAM

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_009	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión de acuerdos con proveedores (SAM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Determinar el tipo de adquisición
		SP 1.2: Seleccionar a los proveedores
		SP 1.3: Establecer acuerdos con proveedores
		SP 2.1: Ejecutar el acuerdo con el proveedor
		SP 2.2: Aceptar el producto adquirido
		SP 2.3: Asegurar la transición de los productos

Fuente: Elaboración propia

Medición y análisis (DAR): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 68. *Sprint backlog* DAR

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_010	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso medición y análisis (DAR), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Establecer las guías para el análisis de decisiones.
		SP 1.2: Establecer los criterios de evaluación.
		SP 1.3: Identificar las soluciones alternativas.
		SP 1.4: Seleccionar los métodos de evaluación.
		SP 1.5: Evaluar las soluciones alternativas.
		SP 1.6: Seleccionar las soluciones.

Fuente: Elaboración propia

Formación en la organización (OT): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 69. *Sprint backlog* OT

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_011	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso formación en la organización (OT), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Establecer las necesidades estratégicas de formación.
		SP 1.2: Determinar qué necesidades de formación son responsabilidad de la organización.
		SP 1.3: Establecer un plan táctico de formación en la organización.
		SP 1.4: Establecer una capacidad de formación.
		SP 2.1: Impartir la formación.
		SP 2.2: Establecer los registros de formación.
		SP 2.3: Evaluar la eficacia de la formación

Fuente: Elaboración propia

Solución técnica (TS): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 70. *Sprint backlog* TS

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_012	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso solución técnica (TS), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Desarrollar soluciones alternativas y los criterios de selección
		SP 1.2: Seleccionar las soluciones de componentes de producto
		SP 2.1: Diseñar el producto o los componentes de producto
		SP 2.2: Establecer un paquete de datos técnicos

Tabla 70. (Continuación)

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_012	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso solución técnica (TS), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 2.3: Diseñar las interfaces usando criterios
		SP 2.4: Realizar los análisis sobre si hacer, comprar o reutilizar
		SP 3.1: Implementar el diseño
		SP 3.2: Desarrollar la documentación de soporte del producto

Fuente: Elaboración propia

Planificación del proyecto (PP): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 71. *Sprint backlog* PP

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_013	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso planificación del proyecto (PP), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Estimar el alcance del proyecto.
		SP 1.2: Establecer las estimaciones de los atributos de los productos de trabajo y de las tareas.
		SP 1.3: Definir las fases del ciclo de vida del proyecto.
		SP 1.4: Estimar el esfuerzo y el coste.
		SP 2.1: Establecer el presupuesto y el calendario.
		SP 2.2: Identificar los riesgos del proyecto.
		SP 2.3: Planificar la gestión de los datos.
		SP 2.4: Planificar los recursos del proyecto.
		SP 2.5: Planificar el conocimiento y las habilidades necesarias.
		SP 2.6: Planificar la involucración de las partes interesadas.
		SP 2.7: Establecer el plan de proyecto.
		SP 3.1: Revisar los planes que afectan al proyecto.
		SP 3.2: Conciliar los niveles de trabajo y de recursos.
SP 3.3: Obtener el compromiso con el plan.		

Fuente: Elaboración propia

Gestión integrada del proyecto (IPM): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 72. *Sprint backlog* IPM

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_014	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión integrada del proyecto (IPM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Establecer el proceso definido del proyecto
		SP 1.2: Utilizar los activos de proceso de la organización para planificar las actividades del proyecto
		SP 1.3: Establecer el entorno de trabajo del proyecto
		SP 1.4: Integrar los planes
		SP 1.5: Gestionar el proyecto utilizando planes integrados
		SP 1.6: Establecer los equipos
		SP 1.7: Contribuir a los activos de proceso de la organización
		SP 2.1: Gestionar la involucración de las partes interesadas
		SP 2.2: Gestionar las dependencias
		SP 2.3: Resolver las cuestiones de coordinación

Fuente: Elaboración propia

Monitoreo y control del proyecto (PMC): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 73. *Sprint backlog* PMC

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_015	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso monitoreo y control del proyecto (PMC), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Monitorear los parámetros de planificación del proyecto
		SP 1.2: Monitorear los compromisos
		SP 1.3: Monitorear los riesgos del proyecto
		SP 1.4: Monitorear la gestión de los datos

Tabla 73. (Continuación)

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_015	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso monitoreo y control del proyecto (PMC), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.5: Monitorear el involucramiento de las partes interesadas
		SP 1.6: Llevar a cabo las revisiones del progreso
		SP 1.7: Llevar a cabo las revisiones de hitos
		SP 2.1: Analizar los problemas
		SP 2.2: Llevar a cabo las acciones correctivas
		SP 2.3: Gestionar las acciones correctivas

Fuente: Elaboración propia

Validación (VAL): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 74. *Sprint backlog VAL*

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_016	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso validación (VAL), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Seleccionar los productos para la validación
		SP 1.2: Establecer el entorno de validación
		SP 1.3: Establecer los procedimientos y los criterios de validación
		SP 2.1: Realizar la validación
		SP 2.2: Analizar los resultados de la validación

Fuente: Elaboración propia

Gestión de requerimientos (REQM): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 75. *Sprint backlog* REQM

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_017	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso gestión de requerimientos (REQM), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Comprender los requerimientos.
		SP 1.2: Obtener el compromiso sobre los requerimientos.
		SP 1.3: Gestionar los cambios a los requerimientos.
		SP 1.4: Mantener la trazabilidad bidireccional de los requerimientos.
		SP 1.5: Asegurar el alineamiento entre el trabajo del proyecto y los requerimientos.

Fuente: Elaboración propia

Desarrollo de requerimientos (RD): el objetivo de este *sprint* es implementar los procesos, artefactos y actividades, definir los responsables de cada una de las tareas para cumplir con las metas específicas del área.

Tabla 76. *Sprint backlog* RD

ID del ítem en el Product Backlog	Enunciado del ítem de Product Backlog	Tarea
PP_CMMI_018	Como director de TI, necesito implementar las actividades del área de proceso desarrollo de requerimientos (RD), con la finalidad de abordar la brecha resultante de la evaluación realizada.	SP 1.1: Obtener las necesidades
		SP 1.2: Transformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente
		SP 2.1: Establecer los requisitos de producto y de componente de producto
		SP 2.2: Asignar los requisitos de componente de producto
		SP 2.3: Identificar los requisitos de interfaz
		SP 3.1: Establecer los conceptos y los escenarios de operación
		SP 3.2: Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos
		SP 3.3: Analizar los requerimientos
		SP 3.4: Analizar los requerimientos para conseguir un equilibrio
		SP 3.5: Validar los requerimientos

Fuente: Elaboración propia

4. CONCLUSIONES

Con la definición de los procesos a en las categorías de gestión de proyectos e ingeniería la oficina de tecnologías de información de la universidad autónoma de Bucaramanga tiene un trabajo adelantado con respecto a lo que propone el CMMI, se observa que en estas dos categorías es donde la brecha a abordar es menor para alcanzar el nivel 3 del CMMI para el desarrollo.

Al realizar la evaluación SCAMPI de cada una de las áreas de procesos que componen el departamento de tecnologías y sistemas de información, se puede observar el estado actual de sus procesos y prácticas, este es el primer paso para cumplir la meta de inyectar calidad a sus procesos de desarrollo de software y sus productos finales.

Es muy importante tener documentados los procesos, tener las evidencias de las actividades que se realizan, así como también es de vital importancia, tener las métricas de las tareas que se realizan en el proceso de ingeniería de software, con el fin de poder realizar evaluaciones frecuentes al proceso y poder hacer mejoras continuas en el mismo.

La adopción de las practicas propuestas por el CMMI, permitirá al departamento de tecnologías de información ofrecer software de calidad que soporte los procesos que apalancan la operación de la universidad; el modelo de desarrollo de software basado en SCRUM permitirá el involucramiento las partes interesadas en todo momento lo que conlleva a que se pueda reaccionar oportunamente las demandas del negocio de la entidad.

Para implementar el plan de trabajo propuesto, se debe tener patrocinio de parte de las directivas de la universidad, adicionalmente, se debe tener el tiempo para capacitar a cada uno de los integrantes del departamento de tecnologías de

información y a los gerentes de las áreas funcionales con el fin de que pueda tener éxito el proyecto de implementación de la adopción de las prácticas de CMMI en la universidad.

El CMMI para desarrollo es el marco que funcionará como guía para lograr el objetivo del departamento de que sus productos cuenten con la mayor calidad posible, ya que por ser un modelo de referencia que está basado en las mejores prácticas de la industria del software, el proceso de ingeniería de software tendrá una mejora notoria con respecto a su madurez y capacidad.

5. RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Con el fin de continuar con el presente trabajo, se propone que se realice una verificación del plan de trabajo propuesto con el fin de realizar un afinamiento de este y poder evaluar la viabilidad de su implementación en el departamento de tecnologías de información de la Universidad Autónoma de Bucaramanga.

Realizar reuniones para la verificación de los artefactos que se manejan actualmente en el departamento con los propuestos en el trabajo con el fin de poder adoptar su implementación en el proceso de desarrollo de software.

Verificar la viabilidad de adoptar el *framework scrum* para el proceso de desarrollo de software que se lleva a cabo en el departamento.

REFERENCIAS

- Carranza Liza, M. I., Rodríguez Solórzano, R. M., & Valverde Mejía, E. M. (2018, August 3). *Propuesta de implantación de CMMI-DEV 1.3 nivel de madurez 2 en una empresa consultora de software en el Perú*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10757/624261>
- Chaudhary, M., & Chopra, A. (2016). *CMMI for Development: Implementation Guide* (6ª ed). Disponible en: <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2529-5>
- CMMI Institute. (s.f.). *Published Appraisal Results*. Recuperado 10 febrero, 2020, Disponible en: <https://cmmiinstitute.com/learning/appraisals/results>.
- CMMI Institute. Standard CMMI® Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI) Version 1.3b. Recuperado el 01 de mayo de 2020, desde el CMMI Institute Resource Center. Disponible en: <https://cmmiinstitute.com/getattachment/a0b6615f-d09a-4cf5-a4e4-61096568a5b4/attachment.aspx>
- CMMI Product Team. (2010). *CMMI for Acquisition, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-032)*. Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Disponible en: <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9657>
- CMMI Product Team. (2010). *CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033)*. Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Disponible en: <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9661>
- CMMI Product Team. (2010). *CMMI for Services, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-034)*. Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Disponible en: <http://resources.sei.cmu.edu/library/asset-view.cfm?AssetID=9665>
- Cukier, J (2006). *Evaluaciones CMMI - Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement*. [Diapositivas de PowerPoint]. Recuperado 1 mayo,

- 2020, Disponible en: <http://www.ieee.org.ar/downloads/2006-cukier-cmmi-scampi.pdf>
- Digital.ai. (s. f.). Periodic Table of DevOps. Digital.ai. <https://digital.ai/periodic-table-of-devops-tools>
- History of Innovation at the SEI | Software Engineering Institute. (s.f.). Recuperado 26 noviembre, 2019, Disponible en: <https://www.sei.cmu.edu/about/history-of-innovation-at-the-sei/index.cfm>
- Institute, P. M. (2017). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)–Sixth Edition (6ª ed.)*. Pennsylvania, EE.UU.:Project Management Institute.
- International Scrum Institute. (s.f.). *The Scrum Framework*. (Third Edition ed.). Disponible en: <https://www.scrum-institute.org/>
- Invgate. (s.f.). *InvGate Service Desk – Gestión de solicitudes, autoservicio y más*. InvGate Service Desk. Recuperado 7 de agosto de 2020, de <https://www.invgate.com/es/service-desk>
- Mamani Apaza, Guillermo, M. A. G. (2018, 31 octubre). *Modelo Integrado de Scrum y CMMI para la eficacia de la desviación del tiempo en el Ciclo de Vida de los Proyectos de Ingeniería de Software de la Consultora Assembly Solution SAC*. Recuperado 1 noviembre, 2019, Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1467>
- Márquez Solís, Pedro Yuri, M. S. P. (2018, 28 septiembre). *Repositorio Continental: Aplicación de CMMI DEV nivel 3 a la fábrica de software de la empresa Contasis S.A.C*. Recuperado 1 noviembre, 2019, Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/4920>
- Microsoft. (2020, 25 septiembre). *Microsoft Project service description - Service Descriptions*. Microsoft Docs. <https://docs.microsoft.com/en-us/office365/servicedescriptions/project-online-service-description/project-online-service-description>
- Navarro, José Manuel, & Garzás, Javier (2010). *Experiencia en la implantación de CMMI-DEV v1.2 en una micropyme con metodologías ágiles y software libre*.

- REICIS. Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software. [Fecha de Consulta 1 de noviembre de 2019]. ISSN. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=922/92212873003>
- Ñungo-Pinzón, L. C., Torres-González, B., & Palacios-Osma, J. I. (2018). *Modelo de nivel de madurez para los procesos de emprendimiento en las pymes colombianas. Ingeniería Solidaria*, 14(26). Disponible en: <https://doi.org/10.16925/in.v14i26.2456>
- Sánchez Méndez, A. (2015). Modelo y prácticas esenciales de la metodología dac integrando los métodos ágiles, pmbok y cmmi-dev | *Revista QUID*. Recuperado 1 noviembre, 2019, Disponible en: <https://revistas.proeditio.com/iush/quid/article/view/82>
- SCAMPI Upgrade Team. (2011). *Standard CMMI® Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPISM) A, Version 1.3: Method Definition Document (CMU/SEI-2011-HB-001)*. Recuperado el 07 de noviembre de 2019, from the Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University. Disponible en: https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/Handbook/2011_002_001_15311.pdf
- Schmelkes, C., & Schmelkes, N. (2016). *Manual para la presentación de anteproyectos e informes de investigación: tesis*. (3ª ed.). México, D.F., México: Oxford University Press México.
- Silva Zelada, Noé Gregorio, S. Z. N. G. (2018, 11 julio). *Propuesta de un modelo de mejora de gestión para la calidad del software basado en el modelo de madurez y capacidad integrado (CMMI) en la división de sistemas - coordinación transferencia tecnológica externa - desarrollo de software de la Uladech Católica*. Recuperado 1 noviembre, 2019, Disponible en: <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/123456789/4165>
- Software Engineering Institute. (7 de noviembre del 2019). *The IDEAL model*. Disponible en: https://resources.sei.cmu.edu/asset_files/Presentation/2001_017_001_23277.pdf

- Universidad Autónoma de Bucaramanga, UNAB. (2019 – 2024). *Retos estratégicos*. Recuperado 22 de junio, 2020. Disponible en: https://www.unab.edu.co/sites/default/files/imagenes/nosotros/acerca_de/Retos_estrategicos.pdf
- Valverde, L., Mira da Silva, M., & Gonçalves, M. R. (2018). *CMMI-DEV v1.3 Reference Model in ArchiMate. Lecture Notes in Computer Science, 191–208*. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-030-02671-4_11
- Software Engineering Institute. (26 noviembre, 2019). *Our Mission*. Disponible en: <https://www.sei.cmu.edu/about/what-we-do/index.cfm>.

ANEXOS

ANEXO A. Encuesta realizada al equipo de sistemas de información

Encuesta sobre las practicas en proyectos de desarrollo de software en el departamento de TICS de la UNAB

A continuación, se presentan una serie de preguntas, que forman parte de un ejercicio académico aplicado al departamento de tecnologías de información y comunicaciones de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE BUCARAMANGA como parte de una investigación de estudiantes de la maestría en gestión, aplicación y desarrollo de software. Agradecemos su objetividad y tiempo.

La información contenida en este mensaje, los datos personales y sus anexos son CONFIDENCIALES, para uso exclusivo de su destinatario intencional y puede contener información legalmente protegida, motivo por el cual no podrá ser usada por terceros no autorizados.

***Obligatorio**

1. Dirección de correo electrónico *

Enfoque organizacional en el proceso (OPF)

2. Determinar oportunidades de mejora de procesos. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran documentadas los procesos de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realizan evaluaciones a los procesos de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se identifican y documentan las mejoras a los procesos de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

i. **Planificar e implementar actividades de mejora ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran documentados los planes de acción?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se tiene evidencia de la implementación de los planes de acción?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

i. **Desplegar los activos de proceso de la organización e incorporar las experiencias ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se ponen en practica los procesos de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Los procesos estándar de la organización se aplican?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se monitorea la implementación de los procesos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se incorporan mejoras a los procesos de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Definición organizacional del proceso (OPD)

5. Establecer Activos de Proceso *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran definidos los procesos estándar de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se encuentran definidos los modelos de ciclo de vida?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se encuentran definidos las guías y criterios para adoptar procesos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existe un repositorio de métricas de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existe una biblioteca de activos organizacionales de proceso?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existen estándares para el entorno de trabajo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se encuentran definidos las guías y reglas para los equipos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Entrenamiento organizacional (OT)

6. Establecer la capacidad de entrenamiento organizacional *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran definidas las necesidades estratégicas del entrenamiento?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se encuentran definidas las necesidades de entrenamiento que son responsabilidad de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existe un plan táctico de entrenamiento organizacional?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existe un plan con las capacidades de entrenamiento en la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7. Proveer el entrenamiento necesario *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza entrenamiento en la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existen registros de los entrenamientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realizan evaluaciones del entrenamiento para verificar su eficacia?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Planificación del proyecto (PP)

8. Establecer estimaciones *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se estima y documenta el plan del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se estiman y documentan los atributos de las tareas y productos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se define y documenta el ciclo de vida del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se estima y documenta el esfuerzo y costo del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Desarrollar el plan de proyecto *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un cronograma y presupuesto del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se identifican y documentan los riesgos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una planificación y documentación para la administración de los datos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una planificación y documentación de los recursos necesarios para el proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una planificación y documentación para la adquisición de conocimiento y habilidades?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una planificación y documentación de la participación de los interesados en el proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza y documenta el plan del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Obtener el compromiso de los interesados acerca del plan de proyecto *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una revisión de todos los planes que puedan afectar al proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realizan ajustes al plan del proyecto para reflejar los recursos estimados versus los disponibles?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se documentan los compromisos con respecto al plan?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Monitoreo y control del proyecto (PMC)

11. Monitorear el proyecto *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un monitoreo de los parámetros de planificación del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un monitoreo de los compromisos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un monitoreo de los riesgos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un monitoreo de la administración de datos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un monitoreo de la participación de los interesados en el proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realizan revisiones del avance del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realizan revisiones del cumplimiento de los hitos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

12. Gestionar acciones correctivas *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un análisis de los temas pendientes?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se ejecutan y documentan las acciones correctivas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se hace una administración de las acciones correctivas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Administración de acuerdos con proveedores (SAM)

13. Establecer acuerdos con proveedores. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Existen criterios para determinar el tipo de adquisición?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existen criterios para la selección de los proveedores?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un documento de acuerdos con los proveedores?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14. Satisfacer los acuerdos con los proveedores. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se ejecutan los acuerdos con los proveedores?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se acepta o rechaza el producto adquirido?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una transición del producto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Gestión integrada del proyecto (IPM)

15. Utilizar el proceso definido del proyecto. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentra definido el proceso de ejecución de proyectos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se usan los activos de proceso para realizar la planificación del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se define el entorno de trabajo para el proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se integran los planes del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se hace una gerencia del proyecto usando los planes integrados?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se establecen y se formalizan los equipos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿El proyecto contribuye con los activos de proceso de la organización?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Coordinar y colaborar con los interesados *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una administración de la participación de los interesados en el proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una administración de las dependencias del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se resuelven los problemas de coordinación del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Gestión del riesgo (RSKM)

17. Preparar la gestión de riesgos. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se definen las fuentes y categorías del riesgo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se definen los parámetros de riesgo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se define una estrategia para la gestión del riesgo?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

18. Identificar y analizar los riesgos. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza la identificación de los riesgos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se evalúan, categorizan y priorizan los riesgos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Mitigar los riesgos. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se desarrollan planes de mitigación de riesgos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se implementan los planes de mitigación de riesgos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Administración de requerimientos (REQM)

20. Gestionar los requerimientos *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se comprende el significado de los requerimientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se obtiene el compromiso de los interesados sobre los requerimientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se administran los cambios a los requerimientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se mantiene la trazabilidad bidireccional de los requerimientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se identifican las inconsistencias entre los requerimientos y otros productos del proyecto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Desarrollo de requerimientos (RD)

21. **Desarrollar los requerimientos del cliente ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un entendimiento de las necesidades del cliente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se desarrollan los requerimientos del cliente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

22. **Desarrollar los requerimientos del producto. ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se definen los requerimientos del producto y sus componentes?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se asignan requerimientos a los componentes del producto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se identifican los requerimientos de interfaz?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. **Analizar y validar los requerimientos ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una definición del concepto y operación y los escenarios de los requerimientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una definición de la funcionalidad requerida?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un análisis de los requerimientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se analizan los requerimientos con el fin de balancear las necesidades y restricciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se validan los requerimientos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Solución técnica (TS)

24. **Seleccionar soluciones ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un estudio de soluciones alternativas y sus criterios de selección?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se definen los conceptos y escenarios de operación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se seleccionan las soluciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

25. **Desarrollar el diseño. ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un diseño del producto y sus componentes?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se desarrolla un paquete técnico de datos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se diseñan las interfaces del producto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un análisis sobre si se debe desarrollar, reutilizar o comprar el producto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

26. **Implementar el diseño del producto. ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza la implementación del diseño?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza la documentación de soporte?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Integración del producto (PI)

27. **Preparar la integración del producto ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza y documenta una estrategia de integración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se define y documenta el ambiente de la integración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se definen y establecen los procedimientos y criterios de la integración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

28. Asegurar la compatibilidad de las interfaces *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una documentación con la descripción de las interfaces?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una administración de las interfaces?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

29. Ensambalar los componentes y entregar el producto *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una verificación de la disponibilidad de los componentes del producto para su integración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una integración de los componentes del producto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una evaluación de los componentes integrados?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza una integración y entrega del producto?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Verificación (VE)

30. Preparar la verificación. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se seleccionan los artefactos para verificación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se establece el ambiente para realizar la verificación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existen procedimientos y criterios de verificación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

31. Realizar revisiones de pares. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se preparan las revisiones entre pares?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realizan revisiones entre pares?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se analizan los datos de la revisión de pares?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

32. Verificar artefactos seleccionados. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza verificación de artefactos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se analizan los resultados de la verificación y se identifican las acciones correctivas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Validación (VA)

33. Preparar la validación. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se seleccionan productos para realizar validaciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se establece el ambiente para realizar la validación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existen procedimientos y criterios de validación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

34. Validar el producto o sus componentes *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza una validación del producto o sus componentes?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un análisis del resultado de la validación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Administración de la configuración (CM)

35. Establecer las líneas base. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran identificados los ítems de configuración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existe y se utiliza un sistema de gestión de la configuración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se crean y liberan líneas base?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

36. **Monitorear y controlar cambios ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se realiza un monitoreo de los pedidos de cambio?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se controlan los ítems de configuración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

37. **Establecer la integridad. ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Existen registros de la gestión de la configuración?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realizan auditorias a las configuraciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Aseguramiento de la calidad de productos y procesos (PPQA)

38. **Evaluar objetivamente procesos y artefactos ***

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se evalúan objetivamente los procesos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se evalúan los productos y servicios objetivamente?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

39. Proveer realimentación objetivamente *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se comunica y asegura la resolución de las actividades de aseguramiento de la calidad?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se documentan y mantienen los registros de las actividades de aseguramiento de la calidad?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Medición y análisis (MA)

40. Alineamiento de las actividades de medición y análisis. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se encuentran especificados los objetivos de las mediciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se encuentran especificadas las métricas de medición?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se encuentran especificados los procedimientos de recolección y almacenamiento de datos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se encuentran especificados los procedimientos para el análisis?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

41. Proveer los resultados de la medición. *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Se recolectan los datos de las mediciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza un análisis de los datos obtenidos?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se almacenan y documentan los datos y resultados?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se comunian los resultados de la medición?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Análisis y toma de decisiones (DAR)

42. Evaluación de alternativas *

Marca solo un óvalo por fila.

	SI	NO	NS/NC
¿Existen lineamientos para el análisis de decisiones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existen criterios de evaluación para la identificación de soluciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se identifican soluciones alternativas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Existen métodos de evaluación?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se evalúan las alternativas?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
¿Se realiza la documentación de la selección de las soluciones?	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ANEXO C. Historias de usuario

Desarrollo ágil: Historias de usuario y criterios de aceptación

Elaborado por: www.pmoinformatica.com

Identificador (ID) de la historia	Enunciado de la historia				Criterios de aceptación			
	Rol	Característica / Funcionalidad	Razón / Resultado	Número (#) de escenario	Criterio de aceptación (Título)	Contexto	Evento	Resultado / Comportamiento esperado
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol]	Necesito [Descripción de la funcionalidad]	Con la finalidad de [Descripción razón o resultado]	1	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				2	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				3	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				4	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol]	Necesito [Descripción de la funcionalidad]	Con la finalidad de [Descripción razón o resultado]	1	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				2	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				3	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				4	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol]	Necesito [Descripción de la funcionalidad]	Con la finalidad de [Descripción razón o resultado]	1	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				2	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				3	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]
				4	[Título del escenario]	En caso que [contexto] y/ o [contexto]	cuando [evento]	el sistema [resultado / comportamiento]

Nota:

- Reemplazar las etiquetas [Rol], [Descripción de la funcionalidad], [Descripción de razón o resultado] por el contenido del enunciado de la historia.
- Reemplazar las etiquetas [Título del escenario], [contexto], [evento] y [resultado / comportamiento] por el contenido de los criterios de aceptación.

ANEXO D. Documento de requerimientos de software

La Oficina de Proyectos de Informática

www.pmoinformatica.com

Documento de requerimientos de software

[Nombre del Proyecto]

Fecha: [dd/mm/aaa]

Tabla de contenido

Historial de Versiones	3
Información del Proyecto.....	3
Aprobaciones	3
1. Propósito.....	4
2. Alcance del producto / Software	4
3. Referencias.....	4
4. Funcionalidades del producto.....	5
5. Clases y características de usuarios	5
6. Entorno operativo	5
7. Requerimientos funcionales.....	6
9.1. (Nombre de la funcionalidad 1)	6
9.2. (Nombre de la funcionalidad 2)	7
9.3. (Nombre de la funcionalidad N).....	7
8. Reglas de negocio	8
9. Requerimientos de interfaces externas.....	9
9.1. Interfaces de usuario.....	9
9.2. Interfaces de hardware.....	9
9.3. Interfaces de software	9
9.4. Interfaces de comunicación.....	9
10. Requerimientos no funcionales	10
11. Otros requerimientos	11
12. Glosario	12

Historial de Versiones

Fecha	Versión	Autor	Organización	Descripción

Información del Proyecto

Empresa / Organización	
Proyecto	
Fecha de preparación	
Cliente	
Patrocinador principal	
Gerente / Líder de Proyecto	
Gerente / Líder de Análisis de negocio y requerimientos	

Aprobaciones

Nombre y Apellido	Cargo	Departamento u Organización	Fecha	Firma

1. Propósito

En esta sección se define el nombre o título del software que se está especificado en el documento, incluyendo su número de versión o Release.

Luego se describe cuales componentes o partes del alcance del producto están incluidas en el documento, estableciendo si este documento cubre la totalidad del software, sólo una parte del sistema, subsistema o subgrupo de procesos.

2. Alcance del producto / Software

Se incluye una corta descripción del alcance del software que se está especificando, incluyendo:

- Su propósito u objetivo general.
- Beneficios que brinda al área de negocio y organización.
- Objetivos y metas. Es recomendable establecer la relación de los objetivos del software con los objetivos corporativos y estrategias de negocio.
- Se puede hacer referencia a otros documentos, por ejemplo una definición de alcance u acta de constitución del proyecto.

3. Referencias

Aquí se pueden incluir otros documentos impresos, documentos electrónicos o direcciones electrónicas que complementen la documentación de requerimientos de software, por ejemplo: Documentos de visión, definición de alcance, otros documentos de especificación de requerimientos de software, flujogramas, políticas, procedimientos de la organización, entre otros.

Para cada referencia es recomendable incluir el título, autor, versión, fecha y ubicación física o electrónica.

4. Funcionalidades del producto

Lista de las funcionalidades del software que se están especificando en el documento de requerimientos. Cada funcionalidad puede estar compuesta por uno o varios requerimientos funcionales de software.

Aquí solo se incluye una lista numerada de las principales funcionalidades, la información detallada de requerimientos funcionales se documenta en la sección 7 de este documento.

5. Clases y características de usuarios

En esta sección se clasifican los usuarios que utilizarán el producto. La clasificación puede ser en función a la frecuencia de uso, grupo de funcionalidades utilizadas, privilegios de seguridad, nivel de experiencia y otros parámetros.

Se puede usar una lista para enumerar los usuarios tipo que utilizarán el software, describiendo las características de cada uno.

Para cada tipo de usuario, se pueden mencionar las funcionalidades de producto (Sección 4) que le sean relevantes. Igualmente se puede hacer mención de cuales usuarios utilizan una mayor parte del sistema y con más frecuencia, para distinguirlos de usuarios ocasionales o que acceden a pocas funcionalidades.

6. Entorno operativo

En esta sección se describe el entorno operativo en el que se desarrollará el sistema, software, módulo o grupo de funcionalidades, mencionando aspectos como la plataforma de hardware, versiones de sistema operativo y otros sistemas o componentes con los que debe coexistir.

7. Requerimientos funcionales

Los requerimientos funcionales de un sistema, son aquellos que describen cualquier actividad que este deba realizar, en otras palabras, el comportamiento o función particular de un sistema o software cuando se cumplen ciertas condiciones.

En esta sección de la plantilla, ilustramos como organizar los requerimientos funcionales de software por funcionalidad de producto o sistema. Aquí se listan las funcionalidades y para cada una a su vez se listan los requerimientos funcionales.

Los requerimientos funcionales también se pueden documentar en una matriz de trazabilidad de requerimientos. Sigue el siguiente enlace y te mostramos una plantilla:

> [Plantilla de matriz de trazabilidad de requerimientos](#)

A continuación se muestra como documentar cada funcionalidad:

9.1. (Nombre de la funcionalidad 1)

En el título de la funcionalidad, se recomienda utilizar nombres lo más descriptivo posible para cada funcionalidad. No limitarse a nombrarlas "Funcionalidad 1". Un buen ejemplo podría ser "Autorización de pedido de compra".

Descripción: Descripción corta de la funcionalidad.

Prioridad: Nivel bajo, medio o alto de prioridad. Esta debe ser establecida por el área funcional.

Acciones iniciadoras y comportamiento esperado: Secuencia de acciones de usuario y respuestas esperadas del sistema para esta funcionalidad.

Requerimientos funcionales: Lista detallada de los requerimientos funcionales asociados a esta funcionalidad.

Para cada requerimiento funcional se establece como debe mostrarse el software y cuales comportamientos debe desempeñar para que el usuario pueda realizar la función que necesita.

Es recomendable incluir como el software debe responder a condiciones de error y entradas de datos inválidas.

Cada requerimiento debe ser identificado unívocamente, para lo cual se recomienda usar un número de secuencia, que tenga algún significado y de formato común a toda la organización. Por ejemplo:

REQ-1:

REQ-2:

REQ-3:

Para ver algunos ejemplos de cómo se redactan los requerimientos funcionales, te recomendamos el siguiente enlace:

> [40 Ejemplos de requerimientos funcionales de software](#)

9.2. (Nombre de la funcionalidad 2)

Seguir los mismos lineamientos de la funcionalidad 1 para tantas funcionalidades tenga el sistema.

9.3. (Nombre de la funcionalidad N)

Seguir los mismos lineamientos de la funcionalidad 1 para tantas funcionalidades tenga el sistema.

8. Reglas de negocio

Listado de reglas y principios que aplican a todo el conjunto de requerimientos de software contenidos en el documento. Un ejemplo es cuales individuos o roles pueden desempeñar cierta función bajo ciertas circunstancias.

Para hacer cumplir las reglas de negocio, podría ser necesaria la definición de requerimientos funcionales que aplican a todo el sistema, no a una funcionalidad específica.

9. Requerimientos de interfaces externas

9.1. Interfaces de usuario

Aquí se describen las características de cada interfaz con el usuario.

- Se pueden clasificar por tipos o áreas del sistema con interfaz distinta.
- Pueden incluirse ejemplos de pantallas.
- Describir los estándares de interfaz gráfica (GUI).
- Guías de estilo sobre organización de pantalla, estándares para botones, funciones que se mostrarán en todas las pantallas.

9.2. Interfaces de hardware

Información sobre cuales tipos de dispositivos soporta el sistema por ejemplo: Computadores, dispositivos móviles, impresoras, otros dispositivos.

Protocolos de comunicación que soporta.

Interacciones de datos y control entre el software y el hardware.

9.3. Interfaces de software

Aquí se describen las interacciones entre el software y otros componentes, incluyendo: Otros componentes de software y sistemas, y de ser aplicables bases de datos, sistemas operativos, herramientas, librerías, componentes de software comercial, entre otros.

9.4. Interfaces de comunicación

Requerimientos de las funciones de comunicación que requiere el producto, incluyendo email, navegadores web, protocolos de comunicación de red, formularios electrónicos, entre otros.

Incluye formatos de mensajería, estándares de comunicación (Ej. FTP, HTTP, etc.). Describir también requerimientos de encriptación y seguridad en las comunicaciones.

10. Requerimientos no funcionales

Los [requerimientos no funcionales](#) son los que especifican criterios para evaluar la operación de un servicio de tecnología de información, en contraste con los requerimientos funcionales que especifican los comportamientos específicos.

Para ver algunos ejemplos de cómo se redactan los requerimientos no funcionales, te recomendamos el siguiente enlace:

> [Ejemplos de requerimientos no funcionales de software](#)

11. Otros requerimientos

Requerimientos no cubiertos en ninguna otra sección del documento de requerimientos de software, por ejemplo: Requerimientos de bases de datos, internacionalización, legales y objetivos de reúso de componentes de software.

12. Glosario

Descripción de términos y siglas necesarias para el entendimiento del documento de requerimientos de software.

ANEXO E. Plan de pruebas de software

La oficina de proyectos de informática

www.pmoinformatica.com

Plan de pruebas de software

[Nombre del proyecto]

Fecha: [dd/mm/aaa]

Tabla de contenido

Historial de Versiones	4
Información del Proyecto.....	4
Aprobaciones	4
Resumen Ejecutivo	5
Alcance de las Pruebas.....	5
Elementos de Pruebas.....	5
Nuevas Funcionalidades a Probar	6
Pruebas de Regresión	6
Funcionalidades a No Probar.....	7
Enfoque de Pruebas (Estrategia).....	7
Criterios de Aceptación o Rechazo	8
Criterios de Aceptación o Rechazo	8
Criterios de Suspensión.....	8
Criterios de Reanudación.....	9
Entregables	9
Recursos	10
Requerimientos de Entornos – Hardware	10
Requerimientos de Entornos – Software.....	10
Herramientas de Pruebas Requeridas	11
Personal.....	11
Entrenamiento.....	12
Planificación y Organización	12
Procedimientos para las Pruebas	12

Matriz de Responsabilidades	13
Cronograma	13
Premisas	14
Dependencias y Riesgos	14
Referencias	15
Glosario	15

Historial de versiones

Fecha	Versión	Autor	Organización	Descripción

Información del proyecto

Empresa / Organización	
Proyecto	
Fecha de preparación	
Cliente	
Patrocinador principal	
Gerente / Líder de proyecto	
Gerente / Líder de pruebas de software	

Aprobaciones

Nombre y Apellido	Cargo	Departamento u organización	Fecha	Firma

Resumen ejecutivo

Resumen de todo el contenido del plan de pruebas de software, describe cuál es su propósito, establece si es un plan maestro o un plan detallado, identifica el alcance del plan de pruebas en relación con el plan de proyecto de software, restricciones (por ejemplo de recursos o presupuesto), alcance del esfuerzo de pruebas entre otros aspectos.

Alcance de las pruebas

Elementos de pruebas

Listado de todos los módulos, componentes o elementos que se van a probar. Si es de alto nivel, se listan las áreas funcionales (módulos o procesos que cubre el Testing), por otro lado, si es de un nivel detallado se listan los programas, unidades o módulos.

Nuevas funcionalidades a probar

Es un listado de lo que se va a probar "desde el punto de vista del usuario". No es una descripción técnica del software sino sus características y funcionalidades. Se incluyen tanto las que son nuevas como las que se están modificando.

Pruebas de regresión

Listado de las funcionalidades no directamente involucradas en el desarrollo, pero cuyos componentes están siendo afectados y por ende deben probarse para asegurar que continúan funcionando adecuadamente. Al igual que en el punto anterior, se describen desde el punto de vista del usuario.

Funcionalidades a no probar

Listado de las funcionalidades que no se van a probar. Debe incluir información de las razones por las cuales no se van a probar y los riesgos que se están asumiendo.

Enfoque de pruebas (estrategia)

La estrategia de pruebas puede definirse como un documento por separado, o puede ser incluido dentro del plan de pruebas según su extensión. Aquí pueden definirse los tipos de pruebas a realizar (funcionales, de desempeño, de interfaces, no funcionales, etc.), requerimientos especiales de las pruebas, configuraciones a probar, subconjuntos de datos a considerar, nivel de pruebas de regresión, entre otros aspectos.

Criterios de aceptación o rechazo

Criterios de aceptación o rechazo

Son los criterios que serán considerados para dar por completado el plan de pruebas de software, por ejemplo: Completar 100% de pruebas unitarias, cierto porcentaje de casos exitosos, cobertura de todos los componentes y líneas de código, porcentaje de defectos corregidos, entre otros.

Criterios de suspensión

Establece claramente bajo qué condiciones se detienen un conjunto de casos de pruebas, por ejemplo en caso de existir defectos que impidan la ejecución de más casos de pruebas, cierto porcentaje de casos fallidos, o cualquier otro que se especifique.

Criterios de reanudación

Luego de haber suspendido las pruebas, aquí se establece bajo qué criterios se reanudarán.

Entregables

Establece que se entregará como parte de la ejecución del plan, por ejemplo: Documento de plan de pruebas, casos de pruebas, especificación de diseño de casos, logs de errores, reportes de incidencias, evidencias de pruebas, reportes emitidos por herramientas de pruebas y cualquier otro que se establezca.

Recursos

Requerimientos de entornos – Hardware

Lista de los requerimientos de equipos, hardware y red necesarios para completar las actividades del plan de pruebas de software. Incluye servidores de aplicación, bases de datos, equipos de PC que necesitan los Testers, conectividad a la red (incluyendo accesos), entre otros.

Requerimientos de entornos – Software

Lista de los requerimientos de software necesarios para completar las actividades de prueba, puede incluir accesos a Sistemas (en entorno de pruebas) y bases de datos, así como instalación de software en los Computadores asignados a los Testers.

Herramientas de pruebas requeridas

Especifica las herramientas de software, metodologías o técnicas especiales empleadas en las pruebas, por ejemplo herramientas de automatización de pruebas, software de gestión de pruebas, entre otros.

Personal

Lista del personal necesario para completar las actividades de pruebas, especificando sus roles, por ejemplo: Un (1) líder de pruebas, cinco (5) analistas de pruebas (Testers), dos (2) especialistas en automatización de pruebas, entre otros.

Entrenamiento

Necesidades de entrenamiento en el sistema o aplicación, así como en las herramientas de prueba a utilizar.

Planificación y organización

Procedimientos para las pruebas

Especifica los procedimientos o metodología de pruebas a emplear durante la ejecución del plan de pruebas de software.

Matriz de responsabilidades

Lista cada una de las personas integrantes del equipo de QA y sus responsabilidades. Se puede hacer uso de una matriz RACI (responsable, aprobador, consultado, informado).

Cronograma

Debe estar basado en estimaciones de actividades realizadas por el equipo de prueba. En él se identifican los hitos relevantes en las pruebas de software, se establecen las dependencias (actividades predecesoras) y demás aspectos componentes de un cronograma.

Premisas

Las premisas relacionadas con las tareas de pruebas de software, incluyendo limitaciones de tiempo, disponibilidad de recursos que se asumen, uso de una metodología de pruebas, uso de una herramienta, entre otros.

Dependencias y Riesgos

Aquí se listan los riesgos asociados con el proceso de pruebas de software, por ejemplo, algunas fuentes de riesgos suelen ser:

- Dependencias con desarrollos.
- Dependencias con otros proyectos.
- Disponibilidad de recursos.
- Restricciones de tiempo.
- Premisas que resulten no ser ciertas.

Los riesgos se pueden clasificar en función de su probabilidad e impacto, cada uno debe contemplar un plan de mitigación para evitar que ocurra o plan de contingencia cuando el riesgo no puede mitigarse y tiene que aceptarse.

Referencias

Lista de todos los documentos que pueden citarse como apoyo o para ampliar el contenido del plan de pruebas. Algunos ejemplos de lo que se puede hacer referencia aquí son:

- Plan de proyecto.
- Especificaciones de requerimientos.
- Diseño general.
- Diseño detallado.
- Procedimientos y estándares de desarrollo.
- Procedimientos y estándares de pruebas.
- Metodologías, procedimientos y estándares corporativos.

Glosario

Definiciones de términos usados en la documentación, y general sobre el área de pruebas.

ANEXO F. Informe ejecución de pruebas de software

Modelo de informe de ejecución de pruebas de software

Elaborado por: www.pmoinformatica.com

Estatus del proyecto / Requerimiento: [Código asociado al proyecto] - [Nombre del proyecto]

Fecha comienzo planificada	Fecha de finalización planificada	Casos de prueba (Total)	Casos planificados	Casos exitosos	% avance planificado	% avance real	% desviación	Días de desviación	Fecha fin pronóstico	Casos con incidencia	% casos con incidencias
Situación actual de casos de prueba					Situación actual de defectos					Resultados de la jornada	
Exitosos	Con defectos	Bloqueados	Diferidos	Pendientes	Reportados	En análisis	Descartados	En proceso	Corregidos	Casos del día	Mata diaria
Puntos de atención y observaciones											

Página 1

ANEXO G. Sprint Backlog

Metodologías ágiles: Lista de tareas de la iteración (Sprint Backlog)

Elaborado por: pmoinformatica.com

Identificador (ID) de item de product backlog	Enunciado del item de Product Backlog	Tarea	Dueño / Voluntario	Estatus	Horas estimadas totales	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		Día 7		Día 8	
						Cons.	Rest.														
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol], necesito [descripción de la funcionalidad], con la finalidad de [Razón o Resultado]	[Enunciado de tarea 1]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 2]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 3]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 4]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol], necesito [descripción de la funcionalidad], con la finalidad de [Razón o Resultado]	[Enunciado de tarea 1]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 2]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 3]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 4]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
XX-XXXX-XXXX	Como un [Rol], necesito [descripción de la funcionalidad], con la finalidad de [Razón o Resultado]	[Enunciado de tarea 1]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 2]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 3]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		[Enunciado de tarea 4]				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ANEXO H. Estructura de desglose del trabajo (EDT)

La Oficina de proyectos de informática

www.pmoinformatica.com

Estructura de desglose del trabajo (EDT)

[Nombre del proyecto]

Fecha: [dd/mm/aaa]

Tabla de contenido

Información del proyecto	3
Aprobaciones	3
Vista jerárquica.....	4
Vista de Árbol	6

Información del proyecto

Empresa / Organización	
Proyecto	
Fecha de preparación	
Cliente	
Patrocinador principal	
Gerente de proyecto	

Aprobaciones

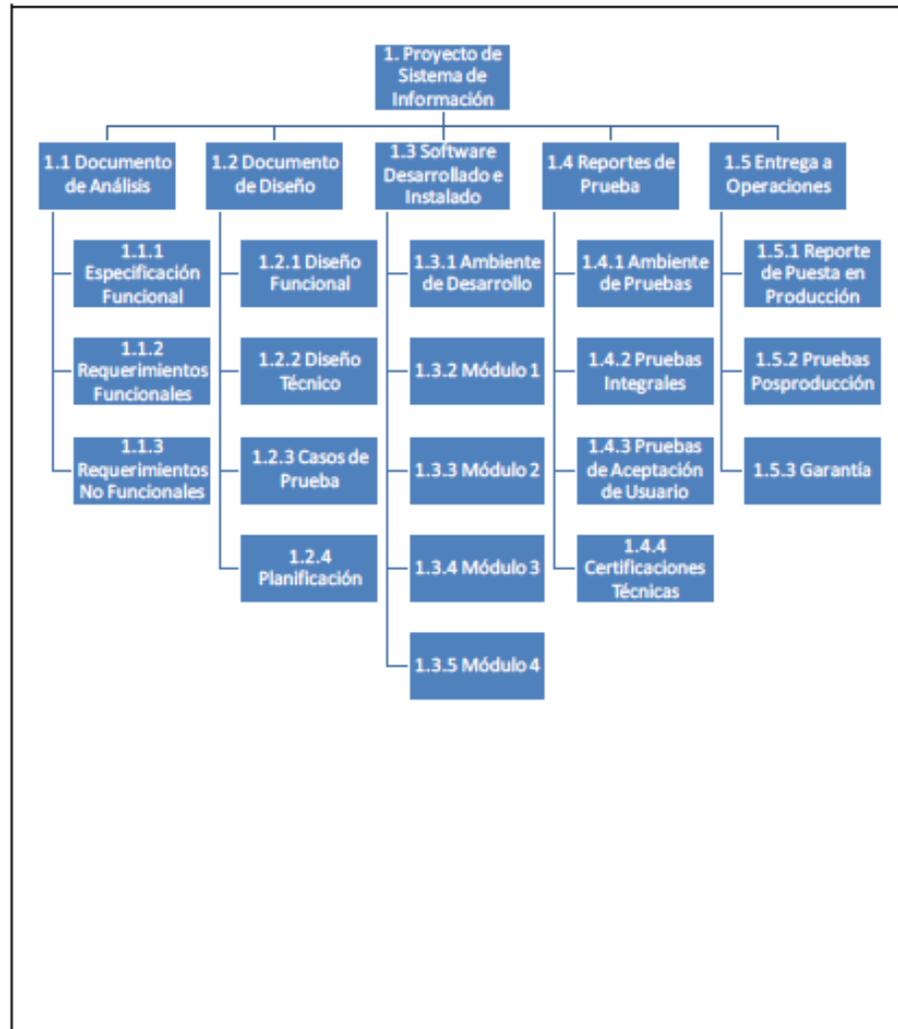
Aprobador	Fecha	Firma

Vista jerárquica

1. Proyecto de sistema de información
 - 1.1. Documento de análisis
 - 1.1.1. Especificación funcional
 - 1.1.2. Requerimientos funcionales
 - 1.1.3. Requerimientos no funcionales
 - 1.2. Documento de diseño
 - 1.2.1. Especificación de diseño funcional
 - 1.2.2. Especificación de diseño técnico
 - 1.2.3. Diseño de casos de prueba
 - 1.2.4. Planificación del proyecto
 - 1.3. Software desarrollado e instalado
 - 1.3.1. Preparación de ambiente de desarrollo
 - 1.3.2. Módulo 1
 - 1.3.2.1. Base de datos
 - 1.3.2.2. Lógica de negocio (Middleware)
 - 1.3.2.3. Presentación e Interfaz con el usuario
 - 1.3.3. Módulo 2
 - 1.3.3.1. Base de datos
 - 1.3.3.2. Lógica de negocio (Middleware)
 - 1.3.3.3. Presentación e Interfaz con el usuario
 - 1.3.4. Módulo 3
 - 1.3.4.1. Base de datos
 - 1.3.4.2. Lógica de negocio (Middleware)
 - 1.3.4.3. Presentación e Interfaz con el usuario
 - 1.3.5. Módulo 4
 - 1.3.5.1. Base de datos
 - 1.3.5.2. Lógica de negocio (Middleware)
 - 1.3.5.3. Presentación e interfaz con el usuario
 - 1.4. Reportes de prueba
 - 1.4.1. Ambiente de pruebas
 - 1.4.1.1. Preparación del ambiente de pruebas
 - 1.4.1.2. Módulos instalados en el ambiente de pruebas
 - 1.4.2. Reportes de pruebas integrales
 - 1.4.2.1. Pruebas del módulo 1
 - 1.4.2.2. Pruebas del módulo 2
 - 1.4.2.3. Pruebas del módulo 3
 - 1.4.2.4. Pruebas del módulo 4
 - 1.4.3. Reportes de pruebas de aceptación de usuario
 - 1.4.3.1. Aceptación del módulo 1
 - 1.4.3.2. Aceptación del módulo 2
 - 1.4.3.3. Aceptación del módulo 3

- 1.4.3.4. Aceptación del módulo 4
- 1.4.4. Reportes de certificaciones
 - 1.4.4.1. Certificación de aseguramiento de calidad
 - 1.4.4.2. Certificación de seguridad informática
 - 1.4.4.3. Otras certificaciones
- 1.5. Documento de entrega a operaciones
 - 1.5.1. Reporte de puesta en producción
 - 1.5.2. Pruebas posproducción
 - 1.5.3. Garantía

Vista de Árbol



ANEXO I. Plan de gestión de riesgos

La Oficina de Proyectos de Informática

www.pmoinformatica.com

Plan de Gestión de Riesgos

[Nombre del Proyecto]

Fecha: [dd/mm/aaa]

Tabla de contenido

Información del Proyecto.....	3
Metodología.....	3
Roles y Responsabilidades	3
Presupuesto	4
Calendario.....	4
Categorías de Riesgo.....	4
Estructura de Desglose de Riesgos (RBS)	5
Definiciones de Probabilidad e Impacto de Riesgos	5
Definiciones de Probabilidad.....	5
Definiciones de Impacto.....	6
Matriz de Probabilidad e Impacto.....	6
Amenazas (Riesgos).....	6
Oportunidades	6
Revisión de la tolerancia de los interesados (Stakeholders)	7
Formatos de los Informes.....	7
Seguimiento	7
Aprobaciones	8

Información del Proyecto

Empresa / Organización	
Proyecto	
Fecha de preparación	
Cliente	
Patrocinador principal	
Gerente de Proyecto	

Metodología

Roles y Responsabilidades

Presupuesto



Calendario



Categorías de Riesgo



Estructura de Desglose de Riesgos (RBS)

--

Definiciones de Probabilidad e Impacto de Riesgos

Definiciones de Probabilidad

Muy Alta	
Alta	
Media	
Baja	
Muy Baja	

Definiciones de Impacto

Objetivo de Proyecto	Muy bajo (0,05)	Bajo (0,10)	Medio (0,20)	Alto (0,40)	Muy Alto (0,80)
Alcance					
Cronograma					
Costo					
Calidad					

Matriz de Probabilidad e Impacto

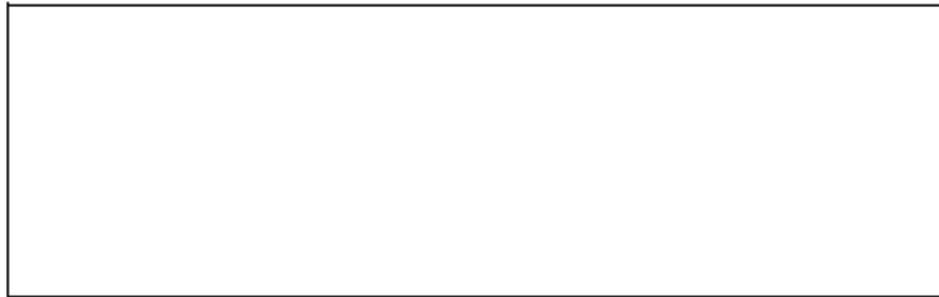
Amenazas (Riesgos)

Impacto		Muy Bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy Alto
Probabilidad		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
Muy Alta	0,90					
Alta	0,70					
Media	0,50					
Baja	0,30					
Muy Baja	0,10					

Oportunidades

Impacto		Muy Alto	Alto	Medio	Bajo	Muy Bajo
Probabilidad		0,05	0,10	0,20	0,40	0,80
Muy Alta	0,90					
Alta	0,70					
Media	0,50					
Baja	0,30					
Muy Baja	0,10					

Revisión de la tolerancia de los interesados (Stakeholders)



Formatos de los Informes



Seguimiento



Aprobaciones

Aprobador	Fecha	Firma

ANEXO J. Acta de constitución del proyecto

La oficina de proyectos de informática

www.pmoinformatica.com

Acta de constitución del proyecto

[Nombre del proyecto]
Fecha: [dd/mm/aaa]

Plantilla actualizada a la última versión de la guía PMBOK 6 publicada en 2017.

La oficina de proyectos de informática (<http://www.pmoinformatica.com>)

Tabla de contenido

Información del proyecto	3
Datos.....	3
Patrocinador / Patrocinadores.....	3
Propósito y justificación del proyecto	3
Descripción del proyecto y entregables.....	3
Requerimientos de alto nivel	4
Requerimientos del producto	4
Requerimientos del proyecto	4
Objetivos	4
Premisas y restricciones	5
Riesgos iniciales de alto nivel.....	5
Cronograma de hitos principales.....	5
Presupuesto inicial asignado.....	5
Lista de Interesados (stakeholders)	6
Requisitos de aprobación del proyecto	6
Criterios de cierre o cancelación	6
Asignación del gerente de proyecto y nivel de autoridad	7
Gerente de proyecto	7
Niveles de autoridad	7
Personal y recursos preasignados	7
Aprobaciones	8

Información del proyecto

Datos

Empresa / Organización	
Proyecto	
Fecha de preparación	
Cliente	
Patrocinador principal	
Gerente de proyecto	

Patrocinador / Patrocinadores

Nombre	Cargo	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)

Propósito y justificación del proyecto

Descripción del proyecto y entregables

Requerimientos de alto nivel

Requerimientos del producto

--

Requerimientos del proyecto

--

Objetivos

Objetivo	Indicador de éxito
Alcance	
Cronograma (Tiempo)	
Costo	
Calidad	



Objetivo	Indicador de éxito
Otros	

Premisas y restricciones

Riesgos iniciales de alto nivel

Cronograma de hitos principales

Hito	Fecha tope

Presupuesto inicial asignado

Lista de Interesados (stakeholders)

Nombre	Cargo	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)

Requisitos de aprobación del proyecto

Criterios de cierre o cancelación

Asignación del gerente de proyecto y nivel de autoridad

Gerente de proyecto

Nombre	Cargo	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)

Niveles de autoridad

Área de autoridad	Descripción del nivel de autoridad
Decisiones de personal (Staffing)	
Gestión de presupuesto y de sus variaciones	
Decisiones técnicas	
Resolución de conflictos	
Ruta de escalamiento y limitaciones de autoridad	

Personal y recursos preasignados

Recurso	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)

Aprobaciones

Patrocinador	Fecha	Firma

ANEXO K. Plan de dirección del proyecto

La Oficina de Proyectos de Informática

www.pmoinformatica.com

Plan de dirección de proyecto

[Nombre del Proyecto]

Fecha: [dd/mm/aaa]

Tabla de contenido

Información del proyecto 4

Aprobaciones 4

Introducción 5

Planes de gestión de proyecto subsidiarios 6

 Plan de gestión del alcance 6

 Plan de gestión de requerimientos 6

 Plan de gestión del cronograma 7

 Plan de gestión de costos 7

 Plan de gestión de calidad 8

 Plan de gestión de recursos 8

 Plan de gestión de comunicaciones 9

 Plan de gestión de riesgos de un proyecto 9

 Plan de gestión de adquisiciones 10

 Plan de gestión de los interesados 10

Líneas base del proyecto 11

 Línea base de alcance 11

 Línea base de cronograma 11

 Línea base de costo 12

 Línea base para la medición del desempeño 12

Componentes adicionales del plan de gestión de proyectos 13

 Plan de gestión de cambios 13

 Plan de gestión de configuración 13

Descripción del ciclo de vida del proyecto 14

Enfoque de desarrollo del plan de proyecto	14
Evaluaciones de la gerencia	15

Información del proyecto

Datos

Empresa / Organización	
Proyecto	
Fecha de preparación	
Cliente	
Patrocinador principal	
Gerente de Proyecto	

Patrocinador / Patrocinadores

Nombre	Cargo	Departamento / División	Rama ejecutiva (Vicepresidencia)

Aprobaciones

Nombre / Cargo	Fecha	Firma

Introducción

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Planes de gestión de proyecto subsidiarios

Plan de gestión del alcance

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Plan de gestión de requerimientos

Plan de gestión del cronograma

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Plan de gestión de costos

Descarga nuestra [plantilla de presupuesto de un proyecto](#) siguiendo el enlace.

Plan de gestión de calidad

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Plan de gestión de recursos

Asigna las responsabilidades y niveles de autoridad en proyectos con nuestra [plantilla de matriz RACI](#).

Plan de gestión de comunicaciones

Descarga nuestra [plantilla del Plan de gestión de comunicaciones](#) del proyecto.

Otro aspecto importante a considerar en el plan de proyecto es el reporte de avance.

Descarga nuestra [plantilla de reporte de avance](#).

Plan de gestión de riesgos de un proyecto

Descarga nuestras plantillas:

- [Plan de gestión de riesgos](#) de un proyecto.
- [Formato de registro y seguimiento de los riesgos](#) en el plan de proyecto.

Plan de gestión de adquisiciones

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Plan de gestión de los interesados

Descarga nuestra [plantilla del Plan de gestión de interesados](#).

Líneas base del proyecto

Línea base de alcance

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Línea base de cronograma

Línea base de costo

Línea base para la medición del desempeño

Componentes adicionales del plan de gestión de proyectos

Plan de gestión de cambios

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Plan de gestión de configuración

Descripción del ciclo de vida del proyecto

Para consultar las instrucciones para completar la plantilla de plan de dirección de proyectos visita [este enlace](#).

Enfoque de desarrollo del plan de proyecto

Evaluaciones de la gerencia

ANEXO M. Reunión de retrospectiva

La Oficina de Proyectos de Informática

www.pmoinformatica.com

Resumen de la Reunión Retrospectiva

Información de la empresa y proyecto:

Empresa / Organización	
Proyecto	

Información de la reunión:

Lugar	
Fecha	
Número de iteración / sprint	
Personas convocadas a la reunión	
Personas que asistieron a la reunión	

Instrucciones:

La reunión retrospectiva es una herramienta del marco de trabajo Scrum, que pertenece a la familia de marcos de trabajo de desarrollo ágil, se realiza en cada iteración (denominado Sprint en Scrum), justo después de la reunión de revisión de la iteración (Sprint Review Meeting) con el dueño del Producto (Product Owner). En esta reunión deben revisarse tres aspectos, lo que salió bien durante la iteración (aciertos), lo que no salió tan bien (errores) y las mejoras que pudieran hacerse en la próxima iteración para evitar errores y mantener aciertos.

El dueño del producto (Product Owner) no asiste a la reunión, por lo que es una oportunidad para el equipo para poder hablar sin tapujos de los éxitos y fracasos, siendo importante para el equipo el analizar su propio desempeño e identificar estrategias para mejorar sus procesos. De forma similar, el Scrum Master (quien es el coach del equipo Scrum) puede observar impedimentos comunes que están afectando al equipo y tomar acciones para resolverlos.

La reunión usualmente se restringe a tres horas.

La Oficina de Proyectos de Informática (<http://www.pmoinformatica.com>)

Formulario de reunión retrospectiva

¿Qué salió bien en la iteración? (aciertos)	¿Qué no salió bien en la iteración? (errores)	¿Qué mejoras vamos a implementar en la próxima iteración? (recomendaciones de mejora continua)

Nota:

- Se recomienda utilizar viñetas (bullets) para enumerar los aciertos, errores y recomendaciones de mejora continua.
- El formulario se puede extender cuantas páginas sea necesario para registrar todos los aciertos, errores y recomendaciones.